

**ВЕСТНИК
САРАТОВСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА
2011**

**№ 4 (60)
Выпуск 2**

Научно-технический журнал

Издается с 2003 г.

Выходит один раз в квартал

Декабрь 2011 г.

*Журнал включен в перечень ведущих
рецензируемых журналов и научных изданий,
утвержденный президиумом ВАК
Министерства образования и науки РФ,
в которых публикуются основные научные
результаты диссертаций на соискание
ученых степеней доктора и кандидата наук*

**Главный редактор
Зам. главного редактора
Ответственный секретарь**

д.и.н., профессор И.Р. Плеве
д.т.н., профессор А.А. Сытник
д.ф.-м.н., профессор В.В. Астахов

Редакционный совет: д.т.н. В.И. Волчихин, д.т.н. В.А. Голенков, д.и.н. В.А. Динес,
д.х.н. В. Зеленский (Польша), д.т.н. В.А. Игнатъев, д.т.н. В.В. Калашников, д.т.н. И.А. Новаков,
д.и.н. И.Р. Плеве (председатель), д.т.н. А.Ф. Резчиков, д. социол. н. С.Б. Суоров,
д.т.н. А.А. Сытник (заместитель председателя), д.ф.-м.н. Я. Аврейцевич (Польша),
д.э.н. У. Арнольд (Германия), д.ф.-м.н. Э. Мерсер (Великобритания), д.э.н. Э. де Соузе Феррейра
(Португалия), д.т.н. Т. Чермак (Чехия), д.э.н. Ю.В. Шленов

Редакционная коллегия: д.т.н. В.А. Крысько, д.ф.-м.н. В.В. Астахов,
д.х.н. А.В. Гороховский, д.т.н. В.Н. Лясников, д.ф.-м.н. Л.А. Мельников, д.т.н. Р.З. Аминов,
д.т.н. Ю.Г. Иващенко, д.т.н. А.С. Денисов, д.т.н. А.А. Сытник, д.т.н. А.А. Большаков, д.филос.н.
Д.В. Михель, д.биол.н. Е.И. Тихомирова, д.э.н. А.Н. Плотников, д.и.н. Г.В. Лобачева

Редактор Л.А. Скворцова
Компьютерная верстка Н.В. Лукашовой
Перевод на английский язык А.Х. Аскаровой

Адрес редакции:
Саратов, 410054, ул. Политехническая, 77
Телефон: (845 2) 99-87-39
E-mail: vestnik@sstu.ru
<http://dni.sstu.ru/vestnik.nsf>
Факс: (845 2) 52-53-02

Подписано в печать 01.12.11
Формат 60×84 1/8 Бум. офсет.
Усл. печ. л. 50,75 Уч.-изд. л. 30,5
Тираж 500 экз. Заказ 369
Отпечатано в Издательстве СГТУ,
410054, г. Саратов, ул. Политехническая, 77

Полная электронная версия журнала размещена в системе РИНЦ
в открытом доступе на платформе eLIBRARY.RU

Подписной индекс 18378
(каталог «Газеты. Журналы» на 2-е полугодие 2011 г.)



Scientific Journal

Since 2003

Once in a quarter

December 2011

This journal is included into the list of leading reviewed journals and scientific publications approved by the presidium of Ministry of Education and Sciences of Russian Federation where major scientific thesis's results for academic degree competition for a doctor and a candidate of sciences

Editor-in-chief Professor I.R. Plevе
Editor-in-chief assistant Professor A.A. Sytnik
Executive secretary Professor V.V. Astakhov

Drafting committee: Prof. V.I. Volchihin, Prof. V.A. Golenkov, Prof. V.A. Dines, Prof. V. Zelensky (Poland), Prof. V.A. Ignatyev, Prof. V.V. Kalashnikov, Prof. I.A. Novakov, Prof. I.R. Plevе (Chairman), Prof. A.F. Rezhnikov, Prof. A.A. Sytnik (Vice of the Chairman), Prof. S.B. Surovov, Prof. Y. Avreytsevich (Poland), Prof. U. Arnold (Germany), Prof. A. Merser (UK), Prof. E. D'Sousa Ferreira (Portugal), Prof. T. Chermak (Czech Republic), Prof. Y.V. Shlenov

Editorial board: Prof. V.A. Krysko, Prof. V.V. Astakhov, Prof. A.V. Gorokhovski, Prof. V.N. Lyasnikov, Prof. L.A. Melnikov, Prof. R.Z. Aminov, Prof. Y.G. Ivashchenko, Prof. A.S. Denisov, Prof. A.A. Sytnik, Prof. A.A. Bolshakov, Prof. D.V. Mikhel, Prof. Y.I. Tikhomirova, Prof. A.N. Plotnikov, Prof. G.V. Lobacheva

Editor L.A. Skvortsova
Computer-based page-proof N.V. Lukashova
Rendering A.H. Askarova

Editorial office: 77, Politechnicheskaya Street
Saratov, 410054
Russia
Telephone: +8452/99-87-39
E-mail: vestnik@sstu.ru
<http://dni.sstu.ru/vestnik.nsf>
Fax: +8452/52-53-02

Signed for publishing: 01.12.11
Format 60×84 1/8 Paper offset.
Apr. tp. l. 50,75 Acc.-pbl. l. 30,5
Edition 500 psc. Order 369
Printed in publishing house of SSTU,
77, Politechnicheskaya St., Saratov, 410054,
Russia

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА

Синева Н.Ф., Селиванов Ф.С. Математическое моделирование процесса деформирования плиты, взаимодействующей с нелинейно-деформируемой неоднородной средой основания	7
Синева Н.Ф., Селиванов Ф.С., Никитюк Д.В. Расчет цилиндрической оболочки переменной жесткости, взаимодействующей с нелинейно-деформируемым основанием	15
Синева Н.Ф. Критерий устойчивости в теории наведенной неоднородности	21
Павлов С.П., Жигалов М.В., Бабенкова Т.В. Математическое моделирование и оптимизация формы консоли по критерию жесткости	27
Павлов С.П., Жигалов М.В., Бабенкова Т.В. Математическое моделирование и оптимизация внешней границы цапфы по критерию прочности	33
Шляхов С.М., Мозжилин А.В. Анализ напряженного состояния пористой балки-пластины в конструкционно связанной задаче чистого изгиба	38
Шляхов С.М. Об учете внутреннего трения при изгибных колебаниях цементированных валов	42
Землянухин А.И., Бочкарев А.В. Точное решение обобщенного эволюционного уравнения нелинейной волновой динамики	45
Овчинникова Н.В., Чеботаревский Ю.В. Вариационное уравнение движения континуума «жесткий индентор – деформируемая среда»	48
Кириченко А.В., Крысько В.А. Корректность первой краевой задачи для уравнений равновесия в неклассической теории пластин с начальными неправильностями	57
Кириченко А.В., Крысько В.А. Корректность эволюционных уравнений в неклассической теории пологих оболочек с начальными неправильностями и частичным учетом инерционных слагаемых	60
Белосточный Г.Н., Мыльщикова О.А. Динамические уравнения несвязной осесимметричной термоупругости тонкостенной конструкции в виде гладко сопряженных оболочек вращения	66
Кириченко В.Ф., Самаркин П.А. Использование норм из фазового пространства при исследовании динамической устойчивости пологих оболочек	70

ФИЗИКА, РАДИОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

Гестрин С.Г., Сергеева Е.К. Численный метод исследования дифференциального уравнения Рэлея	77
Захаров А.А., Булдаков Е.И., Еремин В.П. Исследование и разработка мощных импульсных двухмиллиметровых магнетронов повышенной надежности	80
Царев В.А., Акафьева Н.А. Приближенные аналитические выражения для расчета электронных параметров бессеточного клистронного резонатора	86
Качаев Х.Д., Фурсаев М.А. Моделирование замедляющих систем усилителей прямой и обратной волны м-типа на базе одной эквивалентной схемы	91
Фурсаев М.А. Проблемы моделирования СВЧ-транзисторных генераторов	95
Романчук С.П., Терин Д.В., Кап А.М., Клинаев Ю.В. Математическое моделирование структур и процессов взаимодействия электромагнитного излучения с Core-Shell нанообъектами	98
Григорьев Ю.А., Шалаев П.Д., Бурцев А.А. Компьютерное моделирование автоэмиссионных электронных пушек	103

ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Гоффман В.Г., Гороховский А.В., Горшков Н.В., Третьяченко Е.В., Телегина О.С., Ковнев А.В. Синтез и электрохимические свойства полититаната калия, допированного серебром	107
Арзамасцев О.С., Артеменко С.Е., Абдуллин В.Ф., Арзамасцев С.В. Интенсификация процесса получения пленок хитозана	112
Михайлова А.М., Сигейкин Г.И., Ефанова В.В., Жуков Д.А., Дубова Т.В. Определение падения напряжения и изменение концентрации электролита в объемно-распределенных электродах преобразователей энергии	115
Гоффман В.Г., Гороховский А.В., Горшков Н.В., Телегина О.С., Третьяченко Е.В., Ковнев А.В. Импедансная спектроскопия допированного полититаната калия	121

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

Аникин А.А. Упрочнение рабочих поверхностей деталей за счет высокотемпературной перекристаллизации	127
Аникин А.А. Получение чугунов с высокими физико-механическими свойствами для производства деталей ответственного назначения в машиностроении	129
Игнатьев А.А., Коновалов В.В., Игнатьев С.А. Идентификация динамической системы токарного станка по автокорреляционной функции виброакустических колебаний	130
Янкин И.Н. Обработка сигнала колебательного процесса при резании материалов	134
Бржозовский Б.М., Славин А.В. Влияние смазочно-охлаждающей жидкости на процесс стружкообразования при шлифовании металла	138
Бржозовский Б.М., Янкин И.Н., Хайров Д.А. Оптимальная динамическая настройка станка при обработке неоднородных материалов	142
Шейко Л.И. Формирование множества возможных компоновок многокоординатных зубообрабатывающих станков	147

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

Плотников П.К. О сопоставлении уравнений движения и свойств корректируемого гирокомпаса с алгоритмами функционирования и свойствами его бесплатформенно-компьютерного аналога	151
--	-----

ЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Кулешов О.Ю., Седелкин В.М. Коррекционный зональный метод расчёта радиационного и сложного теплообмена в высокотемпературных установках	157
Кулешов О.Ю., Седелкин В.М. Анализ характеристик сложного теплообмена в промышленных хлебопекарных печах в зависимости от конструктивных и режимных параметров	161
Артохов И.И., Бочкарева И.И., Тримбач А.А. Качество электроэнергии в системе электроснабжения газотурбинной компрессорной станции в условиях оснащения установок охлаждения газа частотно-регулируемым электроприводом вентиляторов	165
Семёнов Б.А., Атоян Э.М., Агаларов Р.С. Первичное математическое описание гидрогазодинамических и теплообменных процессов в реакторе пирогазификации Волжских сланцев	170

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

Шошин Е.А., Иващенко Ю.Г., Былинкина Н.Н. Структурообразование цементного камня в присутствии изомерных углеводов 175

ТРАНСПОРТ

Столяров В.В., Семенова Н.С. Оценка длин переходно-скоростных полос на транспортных развязках с учётом закономерностей движения транспортных потоков 181

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Ушаков В.А., Дрогайцев В.С. Обнаружение предотказных состояний и идентификация источников их генерации сложных технических объектов. I 185

Ушаков В.А., Дрогайцев В.С. Обнаружение предотказных состояний и идентификация источников их генерации сложных технических объектов. Построение и обучение нейросетевых подструктур. II 193

Сытник А.А., Салин В.С., Папшев С.В. Об одном методе синтеза семантической структуры веб-сайта 199

Сытник А.А., Вагарина Н.С., Мельникова Н.И. Онтологическое описание мультимедийных ресурсов в контексте технологий семантического Веб 202

Сытник А.А., Вагарина Н.С., Мельникова Н.И. Технологии семантического Веб доступа к мультимедийным активам 207

АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ

Сытник А.А., Шульга Т.Э. Об алгоритмической неразрешимости задач математического моделирования функционально избыточных дискретных систем 213

Мартьянов В.В., Мартьянов П.В. Автоматизация процедуры обнаружения разладки процесса функционирования сложных технологических объектов 219

Салин В.С., Сытник А.А., Сытник Р.А. Автоматизация сбора и анализа внешней информации в финансовом менеджменте 224

ФИЛОСОФИЯ, СОЦИОЛОГИЯ И КУЛЬТУРОЛОГИЯ

Стеклова И.В. Автономность и сингулярность в культуре 229

Замогильный С.И., Зоря И.В. Организация рабочих мест и оплата труда в культуре малых и средних предприятий 233

Свечников В.С., Четваева Л.Н. Телевидение и Интернет – новые возможности распространения магического мышления 238

Борщов А.С. Методологические основания исследования общества и человека в рамках информационной цивилизации 243

Абрамов М.А., Срибный В.Н. Формирование культуры межнационального общения будущих офицеров внутренних войск МВД России 248

Плеве И.Р., Лобачева Г.В., Парфенов В.Н. «Вина» немцев Поволжья как политический миф 251

Михель Д.В. Медикализация как социальный феномен 256

Печенкин В.В., Фадеев Д.В. Сравнительный анализ социальной политики: теоретические модели и подходы 263

Яковлев Л.С. Деконструкция логик конкуренции проектов российской социокультурной идентичности 269

Дубовиков А.М. Рыболовство как исторический феномен в повседневной культуре Уральского (Яицкого) казачьего войска 273

Якунин В.Н. Развитие религиозного туризма как составляющей части историко-культурного наследия на современном этапе 280

Суворова П.Е. Десимметризация стиховой формы как проявление культурного кода (20-е гг. XXв.) 286

Брежнева С.Н. Попытки установления первых культурных и торговых контактов России с ханствами Средней Азии в XVIII веке 289

Ельчанинов М.С. Культурно-информационные аспекты распада советской системы 295

Бочкарев А.И., Бочкарева Т.С. Социокультурная динамика инновационных процессов современной России 299

Анохина С.П. Интерпретация как переводческая проблема 306

Слепухин А.Ю., Чаплыгин А.Э. Уровень самоидентификации как субъективный критерий отнесения индивида к российскому среднему классу 309

Ярская В.Н. Темпорализм в политике социального государства 312

Зайцев Д.В. Социальные проблемы образовательной инклюзии детей с ограниченными возможностями 320

Ручин В.А. Социальная безопасность российского общества в контексте социальной политики государства 322

Ловцова Н.И. Человеческий капитал в молодежной политике: неолиберальный контекст 326

Овсянников В.П. Социокультурные исследования Средневожской провинции: роль традиционных форм в повседневности 330

Васильев В.А. Теоретико-методологические аспекты исследования проблемы роли художника в процессе взаимодействия культур 336

ЭКОЛОГИЯ

Русских М.Л., Арефьева О.А., Ольшанская Л.Н. Воздействие электромагнитного излучения КВЧ – диапазона на растения LEMNA M. и их применение в очистке сточных вод 341

ЭКОНОМИКА

Бондарев С.А., Тюрина В.Ю. Нормативно-правовое обеспечение инновационной деятельности в Российской Федерации 345

Понукалин А.А., Понукалина О.В. Социально-экономические системы в инновационном обществе 349

Мраморнова О.В. Содержание категории «социально-трудовые отношения» 357

Крысина И.Е., Елистратова Н.Н. Здоровье населения как базовая характеристика формирования рабочей силы 361

Денисов В.Т., Сурова Н.Ю. Инновационный подход к управлению образовательным комплексом как сложной активной экономической системой с учетом накопленного научного мирового опыта 366

Першина А.С. Финансовая поддержка субъектов малого торгового предпринимательства в современных условиях 370

Кабанцева В.С. Экономические аспекты формирования рынка экологического страхования 374

Олейникова Е.В. Инновационные подходы, формы и составляющие современных сервисных услуг: их характеристика и особенности влияния на экономическую деятельность предприятий-участников 379

Астафьева Н.В., Швецов И.А. Построение стратегического взаимодействия с поставщиками на основе логистического подхода 389

Грибанова Н.Ф. Оценка технико-производственных рисков в стратегическом управлении стоимостью предприятия 393

Семенов И.А., Носков А.А. Модель расчета общих логистических издержек методом множественной регрессии 397

Демич А.А. Государственное вмешательство в осуществление санирующей функции рынка 400

CONTENTS

MATHEMATICS AND MECHANICS

Sineva N.F., Selivanov Ph.S. Mathematical modeling of a deformation plate interacting with nonlinear deformable non-homogeneous environment base	7
Sineva N.F., Selivanov Ph.S., Nikityuk D.V. Calculation of the cylindrical shell variable stiffness interacting with nonlinear deformed basis	15
Sineva N.F. Stability criterion in the theory of induced heterogeneity	21
Pavlov S.P., Zhigalov M.V., Babenkova T.V. Mathematical modeling and optimization of the console shape using rigidity criterion	27
Pavlov S.P., Zhigalov M.V., Babenkova T.V. Mathematical modeling and optimization of the trunnion external borders using durability criterion	33
Shlyakhov S.M., Mozzhilin A.V. Analysis of the intense condition of a porous beam-plate in the construction-connected problem of pure bend	38
Shlyakhov S.M. Considering internal friction under bending vibrations of the cemented shaft	42
Zemlyanukhin A.I., Bochkarev A.V. Accurate solution for generalized evolution equations of nonlinear wave dynamics	46
Ovchinnikova N.V., Chebotarevsky U.V. Variational equation for motion of the continuum «solid indenter – deformable medium»	48
Kirichenko A.V., Krysko V.A. Correctness of the first boundary value problem for equilibrium equation in nonclassical theory of plates with initial irregularities	57
Kirichenko A.V., Krysko V.A. Correctness of evolution equations in nonclassical shallow shell theory with initial irregularities and partial consideration of inertia terms	60
Belostochny G.N., Myltsina O.A. Dynamic equations of incoherent axisymmetrical thermoelasticity of the thin-walled construction as smoothly attended shells of rotation	66
Kirichenko V.F., Samarkin P.A. Application of the phase space norms in the analysis of dynamic buckling of shallow shells	70

PHYSICS, RADIOENGINEERING AND ELECTRONICS

Gestrin S.G., Sergeeva E.K. Numerical method for the research of the Rayleigh differential equation	77
Zakharov A.A., Buldakov E.I., Eremin V.P. Research and development of high power pulsed two-millimetric magnetrons of upgraded reliability	81
Tsarev V.A., Akafyeva N.A. Approximate analytical expressions for calculating electron parameters of a gridless klystron cavity	87
Kachaev Kh.D., Fursaev M.A. Modeling of slow down systems for amplifiers with direct and return waves of crossed field based on an equivalent scheme	91
Fursaev M.A. Modeling problems of microwave transistor oscillators	95
Romanchuk S.P., Terin D.V., Klinayev Yu.V., Katz A.M. Mathematical modelling of structures and interaction processes of electromagnetic radiation with core-shell nanoobjects	99
Grigoryev Yu.A., Shalaev P.D., Bourtsev A.A. Computer simulation of field emission electron guns	103

CHEMISTRY AND CHEMICAL TECHNOLOGIES

Goffman V.G., Gorokhovskiy A.V., Gorshkov N.V., Tretyachenko E.V., Telegina O.S., Kovnev A.V. Synthesis and electrochemical properties of potassium polytitanates doped silver	107
Arzamastsev O.S., Artemenko S.E., Abdullin V.F., Arzamastsev S.V. Intensification of the process for receiving chitosan films	112
Mikhailova A.M., Sigeykin G.I., Efanova V.V., Zhukov D.A., Dubova T.V. Defining the voltage losses and changing electrolyte concentration in volume-distributed electrodes energy reformer	115
Goffman V.G., Gorokhovskiy A.V., Gorshkov N.V., Telegina O.S., Tretyachenko E.V., Kovnev A.V. Impedance spectroscopy of potassium polytitanates doped silver	122

ENGINEERING AND MACHINE-BUILDING

Anikin A.A. Strengthening of working surfaces of parts by means of high-temperature recrystallization	127
Anikin A.A. Creating cast iron with top mechanical properties to produce parts critically important for mechanical engineering	129
Ignatyev A.A., Konovalov V.V., Ignatyev S.A. Identifying the turning lathe dynamic system by autocorrelation functions of vibroacoustic vibrations	131
Yankin I.N. Processing the swaying process signal at cutting materials	134
Brzhozovskiy B.M., Slavin A.V. Influence of lubricating cooling liquid on process of formation of shaving at polishing of metal	138
Brzhozovskiy B.M., Yankin I.N., Khayrov D.A. Optimum dynamic tuning of a machine-tool when treating heterogeneous materials	142
Sheiko L.I. Formation of a set of possible layouts for multiaxis gear cutting machines	147

MEASURING ENGINEERING AND INSTRUMENTATION ENGINEERING

Plotnikov P.K. On comparing the equations of motion and the properties of the corrected gyro operation with algorithms and properties of its computer strapdown counterpart	151
--	-----

POWER ENGINEERING AND ELECTRICAL ENGINEERING

Kuleshov O.Yu., Sedelkin V.M. Correction zone-based method for calculation of radiative and complex heat transfer in high-temperature units	157
Kuleshov O.Yu., Sedelkin V.M. Analysis of radiative-convective heat transfer characteristics in industrial bread-baking furnaces depending on the construction and regime parameters	162
Artyukhov I.I., Bochkareva I.I., Trimbach A.A. Power quality in electrical supply systems of gas turbine compressor stations when equipping gas coolers with frequency-regulated electric drives for fans	166
Semyonov B.A., Atojan E.M., Agalarov R.S. Primary mathematical description of hydrogazodinamical and thermal processes in pirogazification reactors of the Volga slates	170

CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

Shoshin E.A., Ivaschenko Yu.G., Bylinkina N.N. Isomeric carbohydrates influence on the structure of cement composite	175
---	-----

TRANSPORT

Stolyarov V.V., Semenova N.S. Evaluation of length for transition - high-speed lanes at interchanges taking into account patterns of the traffic stream	181
--	-----

INFORMATION TECHNOLOGIES

Ushakov V.A., Drogaitsev V.S. Detecting pre-redundant states and identifying the sources for generating technically complex objects. I	185
Ushakov V.A., Drogaitsev V.S. Detecting pre-redundant states and identifying the sources for generating technically complex objects. Design and education og neural network substructures. II	193
Sytnik A.A., Salin V.S., Papshev S.V. A method for the website's semantic structure synthesis	199
Sytnik A.A., Vagarina N.S., Melnikova N.I. Ontological description of multimedia in the context of the semantic Web	202
Sytnik A.A., Vagarina N.S., Melnikova N.I. Semantic Web technologies to access multimedia assets	208

AUTOMATION AND CONTROL

Sytnik A.A., Shulga T.E. About algorithmic insolubility of functional redundant discrete systems mathematical modeling problems.....	213
Martynov V.V., Martynov P.V. Automation procedure for detecting discord in operation complex technological objects	219
Salin V.S., Sytnik A.A., Sytnik R.A. Automation of data collection and analysis of external information in financial management.....	225

PHILOSOPHY, SOCIOLOGY AND CULTUROLOGY

Steklova I.V. Autonomy and singularity in the culture.....	229
Zamogilniy S.I., Zorya I.V. Jobsite setup and salaries in small and medium-size enterprise culture	234
Svezhnikov V.S., Chevtaeva L.N. TV and the Internet as new possibilities for dissemination of magic thinking	238
Borshchov A.S. Methodological research foundations of man and society in the framework of information civilization	243
Abramov M.A., Sribny V.N. Formation of culture of international dialogue of future officers of internal forces the ministry of internal affairs of Russia.....	248
Pleve I.R., Lobacheva G.V., Parfenov V.N. The Volga Germans' «fault» – a political myth.....	251
Mikhel D.V. Medicalization as a social phenomenon	256
Pechenkin V.V., Fadeev D.V. Comparative analysis of social policy: theoretical models and approaches.....	263
Yakovlev L.S. Deconstructing the competition logic of the projects referring Russian socio-cultural identity	270
Dubovikov A.M. Fishery as the historical phenomenon in daily culture of the Ural (Yaik) Cossack army	273
Yakunin V.N. Development of religious tourism as the component part of contemporary historical and cultural heritage	280
Suvorova P.E. Desimmetrization of verse forms as the manifestation of the cultural code (in the 1920's).....	286
Brezhneva S.N. Attempts to determine the first cultural and trade contacts of Russia with the Cental Asian khans in the XVIII century	289
Elchaninov M.S. Cultural and information aspects of the collapse of the Soviet system	296
Bochkarev A.I., Bochkareva T.S. Sociocultural dynamics of innovation processes of modern Russia	300
Anokhina S.P. Interpretation through translation.....	306
Slepukhin A.Yu., Chaplygin A.E. The level of self-identification as the subjective criterion for including an individual to the Russian middle class	309
Yarskaya V.N. Temporalizm in the policy of welfare state	312
Zaitsev D.V. Social problems of educational inclusion for disabled children.....	320
Ruchin V.A. Social security of the Russian society in the context of the state social policy	322
Lovtsova N.I. Human capital in youth policy: neo-liberal context	326
Ovsyannikov V.P. Sociocultural research of the middle Volga provinces: the role of traditional forms in everyday life	330
Vasilyev V.A. Theoretical and methodological aspects of researching the role of an artist in the interaction of cultures.....	336

ECOLOGY

Russkikh M.L., Arefyeva O.A., Olshanskaya L.N. Influence of electromagnetic radiation ENF on plants <i>Lemma m.</i> and their usage for cleaning sewages.....	341
--	-----

ECONOMICS

Bondarev S.A., Turina V.Yu. Regulatory support innovation in the Russian Federation	345
Ponukalin A.A., Ponukalina O.V. Socio-economic system in innovative society	349
Mramornova O.V. The content of category «labour relations».....	357
Krysin I.E., Elistratova N.N. Health of the population as the basic characteristic of labour formation	361
Denisov V.T., Surova N.U. The system approach to managerial process by educational complexes as difficult active economic system taking.....	366
Pershina A.S. Financial support of subjects of the small trading businesses in modern conditions	370
Kabantseva V.S. Economic aspects of ecological insurance market.....	374
Oleynikova E.V. Innovative approaches, forms and components of services: their characteristics and influence on the economic activity of participating enterprises.....	379
Astafieva N.V., Shvetsov I.A. Establishment of strategic interaction with suppliers on the basis of logistic approach	389
Gribanova N.F. Evaluating technical and production risks in cost strategic management	393
Semenov I.A., Noskov A.A. A model for calculating the overall logistics expenses by means of multiple regression	397
Demich A.A. State intervention to the implementation of the market sanitize	400

МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА

УДК 539.3: 539.4

Н.Ф. Синева, Ф.С. Селиванов

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДЕФОРМИРОВАНИЯ ПЛИТЫ, ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩЕЙ С НЕЛИНЕЙНО-ДЕФОРМИРУЕМОЙ НЕОДНОРОДНОЙ СРЕДОЙ ОСНОВАНИЯ

Представлена математическая модель процесса деформирования системы «плита – многослойная физически нелинейная среда основания» при деградации свойств основания вследствие внешних воздействий, приводящих к развитию неоднородности физико-механических свойств среды основания в процессе деформирования.

Многослойное нелинейно-деформируемое основание, деформирование плит на основаниях, наведенная неоднородность физико-механических свойств

N.F. Sineva, Ph.S. Selivanov

MATHEMATICAL MODELING OF A DEFORMATION PLATE INTERACTING WITH NONLINEAR DEFORMABLE NON-HOMOGENEOUS ENVIRONMENT BASE

The article presents a mathematical model for the deformation process in the system «plate – multilayer physically nonlinear medium base» under degradation of the base properties caused by external influences lead to heterogeneity of the physical and mechanical properties of the medium base in the process of deformation.

Multilayer nonlinear-deformable ground, the deformation of plates on the bases, induced heterogeneity of physical and mechanical properties

Актуальной проблемой механики деформируемого твердого тела является разработка математических моделей, более полно учитывающих свойства деформируемых тел. Объектом моделирования в данной работе является взаимодействие нагруженной конструкции с деформируемым основанием. Реальные деформационные свойства оснований описываются сложными нелинейными законами. Приблизить расчетную схему к реально происходящему деформированию – одна из задач этого раздела механики. В данной работе строится модель, учитывающая многослойность реальных оснований под конструкциями, нелинейный характер деформирования, возможность изменения деформационных свойств среды основания в процессе деформирования. Причиной этих изменений могут служить внешние воздействия природного и техногенного характера: увлажнение, воздействие химически активных реагентов в результате техногенных аварий, естественное подтопление оснований и др.

Рассмотрим основание сжимаемой толщиной H , лежащее на водонепроницаемой и несжимаемой твердой поверхности, состоящее из n слоев с разными деформационными свойствами. На слоистое основание опирается изгибаемая плита, в одном направлении (ось x) имеющая длину L , а в другом направлении (ось y) – длинную. Ось z направлена вниз. Плита нагружена нормальной распределенной нагрузкой переменной интенсивности $p(x)$. Напряженно-деформированное состояние такой системы будем с достаточной степенью точности считать плоским.

Для моделирования упругих слоистых оснований В.З.Власовым и Н.Н.Леонтьевым был предложен метод, состоящий в разложении перемещений точек основания по системам функций, аппроксимирующих перемещения по одной из координат (z), по второй координате функции перемещений остаются неизвестными и находятся из условий равновесия.

Этот метод можно распространить на неупругие основания, если задачу линеаризовать, построив модель в приращениях. Такой тактике будем следовать при записи соотношений модели. Представим приращение перемещения точки среды основания $A(x, z)$ в виде следующих конечных разложений:

$$\begin{cases} \Delta u(x, z) = \sum_{i=1}^m \Delta U_i(x) \cdot \varphi_i(z) & (i = 1..m); \\ \Delta w(x, z) = \sum_{k=1}^n \Delta W_k(x) \cdot \psi_k(z) & (k = 1..n), \end{cases} \quad (1)$$

следующих из разложений перемещений метода Власова-Леонтьева при его записи в приращениях. Сами перемещения точки $A(x, z)$ определяются как накопленная сумма всех приращений в процессе, то есть в виде

$$\begin{cases} u(x, z) = \sum \Delta u(x, z); \\ w(x, z) = \sum \Delta w(x, z). \end{cases}$$

Функции $\Delta U_i(x)$ и $\Delta W_k(x)$ являются неизвестными, а $\varphi_i(z)$ и $\psi_k(z)$ – линейно независимыми, безразмерными функциями, подлежащими выбору в соответствии с кинематическими условиями задачи.

Условия равновесия в приращениях для рассматриваемого вида напряженно-деформированного состояния среды представляются в виде $(m + n)$ уравнений:

$$\begin{cases} \int_0^H \frac{\partial \Delta \sigma_{11}}{\partial x} \cdot \varphi_j(z) dz - \int_0^H \Delta \sigma_{13} \cdot \varphi_j'(z) dz + \int_0^H \Delta p \cdot \varphi_j(z) dz = 0 & (j = 1, 2, \dots, m) \\ \int_0^H \frac{\partial \Delta \sigma_{13}}{\partial x} \cdot \psi_h(z) dz - \int_0^H \Delta \sigma_{33} \cdot \psi_h'(z) dz + \int_0^H \Delta q \cdot \psi_h(z) dz = 0 & (h = 1, 2, \dots, n) \end{cases} \quad (2)$$

Штрихом обозначена производная по z .

Для построения уравнений состояния материала основания будем следовать теории наведенной неоднородности [1, 2], которая позволяет моделировать уравнениями состояния среды, материал которых обладает физической нелинейностью, в том числе пластическими свойствами. В числе системы гипотез теории наведенной неоднородности содержатся гипотезы деформационной теории пластичности в приращениях для каждого шага процесса деформирования. В выкладках при получении уравнений для материала будем использовать соотношения деформационной теории пластичности.

Уравнений состояния, согласно теории наведенной неоднородности, записываются в приращениях:

$$\Delta \sigma_{ij} = E_{ijk} \Delta e_{kl} + \Gamma_{ijk} e_{kl}, \quad (i, j = 1, 2, 3)$$

Здесь $\Delta \sigma_{ij}$ – приращения тензора напряжений, Δe_{ij} – приращения тензора деформаций, E_{ijk} Γ_{ijk} – матрица «жесткостей» материала с наведенной неоднородностью, зависящих от уровня деформированного состояния и переменных параметров диаграммы деформирования с учетом деградации. Для случая плоской задачи уравнений состояния определяются (запись в матричной форме):

$$\begin{pmatrix} \Delta \sigma_{11} \\ \Delta \sigma_{33} \\ \Delta \sigma_{13} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E_{11} & E_{12} & E_{13} \\ E_{21} & E_{22} & E_{23} \\ E_{31} & E_{32} & E_{33} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \Delta e_{11} \\ \Delta e_{33} \\ \Delta e_{13} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \Gamma_{11} & \Gamma_{12} & \Gamma_{13} \\ \Gamma_{21} & \Gamma_{22} & \Gamma_{23} \\ \Gamma_{31} & \Gamma_{32} & \Gamma_{33} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} e_{11} \\ e_{33} \\ e_{13} \end{pmatrix}, \quad (3)$$

где компоненты матриц $\{E_{ij}\}_{i,j=1,3}$ и $\{\Gamma_{ij}\}_{i,j=1,3}$ имеют следующие выражения:

$$E_{11} = \frac{8}{9} \cdot \frac{E_c}{1 + \nu_c} + \beta \cdot \left(\frac{2}{3} \cdot e_{11} - \frac{1}{3} \cdot e_{33} \right)^2 + \frac{E_0}{9 \cdot (1 - 2 \cdot \nu)};$$

$$E_{12} = \left(\frac{2}{3} \cdot e_{11} - \frac{1}{3} \cdot e_{33} \right) \cdot \left(-\frac{1}{3} \cdot e_{11} + \frac{2}{3} \cdot e_{33} \right) \cdot \beta + \frac{E_0}{9 \cdot (1 - 2 \cdot \nu)} - \frac{E_c}{9 \cdot (1 + \nu_c)};$$

$$\begin{aligned}
 E_{13} &= \left(\frac{2}{3} \cdot e_{11} - \frac{1}{3} \cdot e_{33} \right) \cdot e_{13} \cdot \beta; \\
 E_{21} &= -\frac{1}{9} \cdot \frac{E_C}{1+\nu_C} + \beta \cdot \left(\frac{2}{3} \cdot e_{11} - \frac{1}{3} \cdot e_{33} \right) \cdot \left(-\frac{1}{3} \cdot e_{11} + \frac{2}{3} \cdot e_{33} \right) + \frac{E_0}{9 \cdot (1-2 \cdot \nu)}; \\
 E_{22} &= \frac{8}{9} \cdot \frac{E_C}{1+\nu_C} + \left(-\frac{1}{3} \cdot e_{11} + \frac{2}{3} \cdot e_{33} \right)^2 \cdot \beta + \frac{E_0}{9 \cdot (1-2 \cdot \nu)}; \\
 E_{23} &= \left(-\frac{1}{3} \cdot e_{11} + \frac{2}{3} \cdot e_{33} \right) \cdot e_{13} \cdot \beta; \quad E_{31} = \left(\frac{2}{3} \cdot e_{11} - \frac{1}{3} \cdot e_{33} \right) \cdot e_{13} \cdot \beta; \\
 E_{32} &= \left(-\frac{1}{3} \cdot e_{11} + \frac{2}{3} \cdot e_{33} \right) \cdot e_{13} \cdot \beta; \quad E_{33} = \left(\frac{E_C}{1+\nu_C} + \beta \cdot e_{13}^2 \right); \\
 \Gamma_{11} &= \frac{2}{3} \cdot \left(1 - \frac{2 \cdot \nu - 1}{2 \cdot (1+\nu_C)} \cdot \frac{E_C}{E_0} \right) \cdot \frac{E_K^* - E_C^*}{1+\nu_C} \cdot \left(1 - \frac{1}{3} \cdot (1+\nu_C) \cdot (2 \cdot \nu - 1) \times \right. \\
 &\quad \left. \times \frac{E_K^* - E_C^*}{E_0} \cdot 3 \cdot \left((1+\nu_C) \cdot \left((2 \cdot \nu - 1) \cdot \frac{E_K^* - E_C^*}{E_0} + 2 + 2 \cdot \nu_C \right) \right)^{-1} \right); \\
 \Gamma_{12} &= -\frac{1}{3} \cdot \left(1 - \frac{2 \cdot \nu - 1}{2 \cdot (1+\nu_C)} \cdot \frac{E_C}{E_0} \right) \cdot \frac{E_K^* - E_C^*}{1+\nu_C} \cdot \left(1 - \frac{1}{3} \cdot (1+\nu_C) \cdot (2 \cdot \nu - 1) \times \right. \\
 &\quad \left. \times \frac{E_K^* - E_C^*}{E_0} \cdot 3 \cdot \left((1+\nu_C) \cdot \left((2 \cdot \nu - 1) \cdot \frac{E_K^* - E_C^*}{E_0} + 2 + 2 \cdot \nu_C \right) \right)^{-1} \right); \quad (4) \\
 \Gamma_{21} &= -\frac{1}{3} \cdot \left(1 - \frac{2 \cdot \nu - 1}{2 \cdot (1+\nu_C)} \cdot \frac{E_C}{E_0} \right) \cdot \frac{E_K^* - E_C^*}{1+\nu_C} \cdot \left(1 - \frac{1}{3} \cdot (1+\nu_C) \cdot (2 \cdot \nu - 1) \times \right. \\
 &\quad \left. \times \frac{E_K^* - E_C^*}{E_0} \cdot 3 \cdot \left((1+\nu_C) \cdot \left((2 \cdot \nu - 1) \cdot \frac{E_K^* - E_C^*}{E_0} + 2 + 2 \cdot \nu_C \right) \right)^{-1} \right); \\
 \Gamma_{22} &= \frac{2}{3} \cdot \left(1 - \frac{2 \cdot \nu - 1}{2 \cdot (1+\nu_C)} \cdot \frac{E_C}{E_0} \right) \cdot \frac{E_K^* - E_C^*}{1+\nu_C} \cdot \left(1 - \frac{1}{3} \cdot (1+\nu_C) \cdot (2 \cdot \nu - 1) \times \right. \\
 &\quad \left. \times \frac{E_K^* - E_C^*}{E_0} \cdot 3 \cdot \left((1+\nu_C) \cdot \left((2 \cdot \nu - 1) \cdot \frac{E_K^* - E_C^*}{E_0} + 2 + 2 \cdot \nu_C \right) \right)^{-1} \right); \\
 \Gamma_{33} &= \left(1 - \frac{2 \cdot \nu - 1}{2 \cdot (1+\nu_C)} \cdot \frac{E_C}{E_0} \right) \cdot \frac{E_K^* - E_C^*}{1+\nu_C} \cdot \left(1 - \frac{1}{3} \cdot (1+\nu_C) \cdot (2 \cdot \nu - 1) \times \right. \\
 &\quad \left. \times \frac{E_K^* - E_C^*}{E_0} \cdot 3 \cdot \left((1+\nu_C) \cdot \left((2 \cdot \nu - 1) \cdot \frac{E_K^* - E_C^*}{E_0} + 2 + 2 \cdot \nu_C \right) \right)^{-1} \right); \\
 \Gamma_{13} &= \Gamma_{23} = \Gamma_{31} = \Gamma_{32} = 0.
 \end{aligned}$$

$\{E_{ij}\}_{i,j=1,3}$ характеризуют изменение свойств материала слоистой среды с наведенной неоднородностью, а $\{\Gamma_{ij}\}_{i,j=1,3}$ – свойства материала слоистой среды с наведенной неоднородностью на данном шаге инкрементальной теории.

E_K^* , E_C^* – переменные касательный и секущий модули деформаций в возмущенном состоянии, $\nu_c = 0,5 - E_c / E_0 \cdot (0,5 - \nu)$. $\nu_0 = \nu / (1 - \nu)$, $E_0 = E / (1 - \nu^2)$.

Выражения приращения деформаций через приращения перемещений имеют следующий вид:

$$\begin{cases} \Delta e_{11} = \frac{\partial \Delta u}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\sum_{i=1}^m \Delta U_i(x) \cdot \varphi_i(z) \right) = \sum_{i=1}^m \frac{\partial \Delta U_i}{\partial x} \cdot \varphi_i; \\ \Delta e_{33} = \frac{\partial \Delta w}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} \left(\sum_{k=1}^n \Delta W_k(x) \cdot \psi_k(z) \right) = \sum_{k=1}^n \Delta W_k \cdot \psi'_k; \\ \Delta \gamma_{13} = \frac{\partial}{\partial z} \left(\sum_{i=1}^m \Delta U_i(x) \cdot \varphi_i(z) \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(\sum_{k=1}^n \Delta W_k(x) \cdot \psi_k(z) \right) = \sum_{i=1}^m \Delta U_i \cdot \varphi'_i + \sum_{k=1}^n \frac{\partial \Delta W_k}{\partial x} \cdot \psi_k. \end{cases}$$

С учетом зависимостей для приращений напряжений (3) выраженные через приращения деформаций условия равновесия (2) можно представить в виде

$$\begin{aligned} & \sum_{i=1}^m \left[\int_0^H E_{11} \varphi_i \varphi_j dz \right] \cdot \Delta U_i'' + \sum_{k=1}^n \left[\int_0^H E_{13} \psi_k \varphi_j dz \right] \cdot \Delta W_k'' + \\ & + \sum_{i=1}^m \left[\int_0^H \frac{\partial E_{11}}{\partial x} \varphi_i \varphi_j dz + \int_0^H E_{13} \varphi'_i \varphi_j dz - \int_0^H \frac{\partial E_{31}}{\partial z} \varphi_i \varphi'_j dz - \int_0^H E_{31} \varphi'_i \varphi'_j dz \right] \cdot \Delta U_i' + \\ & + \sum_{k=1}^n \left[\int_0^H \frac{\partial E_{13}}{\partial x} \psi_k \varphi_j dz + \int_0^H E_{12} \psi'_k \varphi_j dz - \int_0^H \frac{\partial E_{33}}{\partial z} \psi_k \varphi'_j dz - \int_0^H E_{33} \psi'_k \varphi'_j dz \right] \cdot \Delta W_k' + \\ & + \sum_{i=1}^m \left[\int_0^H \frac{\partial E_{13}}{\partial x} \varphi'_i \varphi_j dz - \int_0^H \frac{\partial E_{33}}{\partial z} \varphi'_i \varphi'_j dz - \int_0^H E_{33} \varphi''_i \varphi'_j dz \right] \cdot \Delta U_i + \\ & + \sum_{k=1}^n \left[\int_0^H \frac{\partial E_{12}}{\partial x} \psi'_k \varphi_j dz - \int_0^H \frac{\partial E_{32}}{\partial z} \psi'_k \varphi'_j dz - \int_0^H E_{32} \psi''_k \varphi'_j dz \right] \cdot \Delta W_k = \\ & = - \int_0^H \Delta p \cdot \varphi_j(z) dz - \sum_{i=1}^m \left[\int_0^H \Gamma_{11} \varphi_i \varphi_j dz \right] \cdot U_i'' - \sum_{k=1}^n \left[\int_0^H \Gamma_{13} \psi_k \varphi_j dz \right] \cdot W_k'' - \\ & - \sum_{i=1}^m \left[\int_0^H \frac{\partial \Gamma_{11}}{\partial x} \varphi_i \varphi_j dz + \int_0^H \Gamma_{13} \varphi'_i \varphi_j dz - \int_0^H \frac{\partial \Gamma_{31}}{\partial z} \varphi_i \varphi'_j dz - \int_0^H \Gamma_{31} \varphi'_i \varphi'_j dz \right] \cdot U_i' - \\ & - \sum_{k=1}^n \left[\int_0^H \frac{\partial \Gamma_{13}}{\partial x} \psi_k \varphi_j dz + \int_0^H \Gamma_{12} \psi'_k \varphi_j dz - \int_0^H \frac{\partial \Gamma_{33}}{\partial z} \psi_k \varphi'_j dz - \int_0^H \Gamma_{33} \psi'_k \varphi'_j dz \right] \cdot W_k' - \\ & - \sum_{i=1}^m \left[\int_0^H \frac{\partial \Gamma_{13}}{\partial x} \varphi'_i \varphi_j dz - \int_0^H \frac{\partial \Gamma_{33}}{\partial z} \varphi'_i \varphi'_j dz - \int_0^H \Gamma_{33} \varphi''_i \varphi'_j dz \right] \cdot U_i - \\ & - \sum_{k=1}^n \left[\int_0^H \frac{\partial \Gamma_{12}}{\partial x} \psi'_k \varphi_j dz - \int_0^H \frac{\partial \Gamma_{32}}{\partial z} \psi'_k \varphi'_j dz - \int_0^H \Gamma_{32} \psi''_k \varphi'_j dz \right] \cdot W_k; \end{aligned} \tag{5}$$

и

$$\begin{aligned} & \sum_{i=1}^m \left[\int_0^H E_{31} \varphi_i \psi_h dz \right] \cdot \Delta U_i'' + \sum_{k=1}^n \left[\int_0^H E_{33} \psi_k \psi_h dz \right] \cdot \Delta W_k'' + \\ & + \sum_{i=1}^m \left[\int_0^H \frac{\partial E_{31}}{\partial x} \varphi_i \psi_h dz + \int_0^H E_{33} \varphi'_i \psi_h dz - \int_0^H \frac{\partial E_{21}}{\partial z} \varphi_i \psi'_h dz - \int_0^H E_{21} \varphi'_i \psi'_h dz \right] \cdot \Delta U_i' + \end{aligned} \tag{6}$$

$$\begin{aligned}
 & + \sum_{k=1}^n \left[\int_0^H \frac{\partial E_{33}}{\partial X} \psi_k \psi_h dz + \int_0^H E_{32} \psi'_k \psi_h dz - \int_0^H \frac{\partial E_{23}}{\partial Z} \psi_k \psi'_h dz - \int_0^H E_{23} \psi'_k \psi'_h dz \right] \cdot \Delta W'_k + \\
 & + \sum_{i=1}^m \left[\int_0^H \frac{\partial E_{33}}{\partial X} \phi'_i \psi_h dz - \int_0^H \frac{\partial E_{23}}{\partial Z} \phi'_i \psi'_h dz - \int_0^H E_{23} \phi''_i \psi'_h dz \right] \cdot \Delta U_i + \\
 & + \sum_{k=1}^n \left[\int_0^H \frac{\partial E_{32}}{\partial X} \psi'_k \psi_h dz - \int_0^H \frac{\partial E_{22}}{\partial Z} \psi'_k \psi'_h dz - \int_0^H E_{22} \psi''_k \psi'_h dz \right] \cdot \Delta W_k = \\
 & = - \int_0^H \Delta q \cdot \psi_h dz - \sum_{i=1}^m \left[\int_0^H \Gamma_{31} \phi_i \psi_h dz \right] \cdot U''_i - \sum_{k=1}^n \left[\int_0^H \Gamma_{33} \psi_k \psi_h dz \right] \cdot W''_k - \\
 & - \sum_{i=1}^m \left[\int_0^H \frac{\partial \Gamma_{31}}{\partial X} \phi_i \psi_h dz + \int_0^H \Gamma_{33} \phi'_i \psi_h dz - \int_0^H \frac{\partial \Gamma_{21}}{\partial Z} \phi_i \psi'_h dz - \int_0^H \Gamma_{21} \phi'_i \psi'_h dz \right] \cdot U'_i - \\
 & - \sum_{k=1}^n \left[\int_0^H \frac{\partial \Gamma_{33}}{\partial X} \psi_k \psi_h dz + \int_0^H \Gamma_{32} \psi'_k \psi_h dz - \int_0^H \frac{\partial \Gamma_{23}}{\partial Z} \psi_k \psi'_h dz - \int_0^H \Gamma_{23} \psi'_k \psi'_h dz \right] \cdot W'_k - \\
 & - \sum_{i=1}^m \left[\int_0^H \frac{\partial \Gamma_{33}}{\partial X} \phi'_i \psi_h dz - \int_0^H \frac{\partial \Gamma_{23}}{\partial Z} \phi'_i \psi'_h dz - \int_0^H \Gamma_{23} \phi''_i \psi'_h dz \right] \cdot U_i - \\
 & - \sum_{k=1}^n \left[\int_0^H \frac{\partial \Gamma_{32}}{\partial X} \psi'_k \psi_h dz - \int_0^H \frac{\partial \Gamma_{22}}{\partial Z} \psi'_k \psi'_h dz - \int_0^H \Gamma_{22} \psi''_k \psi'_h dz \right] \cdot W_k,
 \end{aligned}$$

где $j = 1, \dots, m$, $h = 1, \dots, n$.

Полученные разрешающие уравнения для деформаций слоистой среды учитывают как вертикальную, так и горизонтальную составляющие вектора перемещений точек среды основания. Нет необходимости обозначать в соотношениях номер слоя, так как материальные параметры меняются в каждой точке среды. Для каждого слоя k выбираются базисные функции в методе Власова-Леонтьева Ψ_k, ϕ_k . Отметим, что выбор функций для аппроксимаций горизонтальных перемещений представляет собой сложную задачу, так как в каждой задаче кинематические условия на горизонтальную составляющую подлежат исследованию.

Так как нагрузки на основание в большинстве своем передаются через конструктивный элемент, эти нагрузки чаще всего являются вертикальными, тогда горизонтальной составляющей вектора перемещений при расчете конструктивного элемента, лежащего на неоднородном нелинейно-деформируемом основании, часто можно пренебречь, что мы и сделаем здесь для упрощения соотношений. Для базисных функций вертикальной составляющей вектора перемещений обычно используются соотношения:

$$\psi_k(z) = \begin{cases} \frac{z - \sum_{j=1}^k h_j}{h_k} + 1, & \sum_{j=1}^{k-1} h_j \leq z \leq \sum_{j=1}^k h_j; \\ -\frac{z - \sum_{j=1}^k h_j}{h_{k+1}} + 1, & \sum_{j=1}^k h_j \leq z \leq \sum_{j=1}^{k+1} h_j. \end{cases}$$

Уравнение изгиба упругой плиты в приращениях имеет вид

$$EJ \cdot \Delta W^{IV} = \Delta p(x) - \Delta q(x), \quad (7)$$

где $\Delta W(x)$ – приращение прогиба конструктивного элемента; $\Delta p(x)$ – приращение внешней заданной нагрузки; $\Delta q(x)$ – приращение реакции основания, $EJ = E \cdot h^3 \cdot b / (12 \cdot (1 - \nu^2))$ – изгибная жесткость плиты, h, b – размеры плиты.

Рассматривая совместную работу конструктивного элемента (7) и основания, описываемого уравнениями (6), можно исключить функцию $\Delta q(x)$. Получаем систему дифференциальных уравнений, выражающую зависимость между нагрузкой на конструктивный элемент и его прогибом (совпадающим с прогибом первого слоя основания), в приращениях для n слоев:

$$\begin{aligned}
 & EJ \cdot \Delta W_1^{IV} - \sum_{k=1}^n \left[\int_0^H E_{33} \psi_k \psi_1 dz \right] \cdot \Delta W_k'' + \\
 & - \sum_{k=1}^n \left[\int_0^H \frac{\partial E_{33}}{\partial x} \psi_k \psi_1 dz + \int_0^H E_{32} \psi_k' \psi_1 dz - \int_0^H \frac{\partial E_{23}}{\partial z} \psi_k \psi_1' dz - \int_0^H E_{23} \psi_k' \psi_1' dz \right] \cdot \Delta W_k' - \\
 & - \sum_{k=1}^n \left[\int_0^H \frac{\partial E_{32}}{\partial x} \psi_k' \psi_1 dz - \int_0^H \frac{\partial E_{22}}{\partial z} \psi_k' \psi_1' dz - \int_0^H E_{22} \psi_k'' \psi_1' dz \right] \cdot \Delta W_k = \\
 & = \Delta p + \sum_{k=1}^n \left[\int_0^H \Gamma_{33} \psi_k \psi_1 dz \right] \cdot W_k'' + \\
 & + \sum_{k=1}^n \left[\int_0^H \frac{\partial \Gamma_{33}}{\partial x} \psi_k \psi_1 dz + \int_0^H \Gamma_{32} \psi_k' \psi_1 dz - \int_0^H \frac{\partial \Gamma_{23}}{\partial z} \psi_k \psi_1' dz - \int_0^H \Gamma_{23} \psi_k' \psi_1' dz \right] \cdot W_k' + \\
 & + \sum_{k=1}^n \left[\int_0^H \frac{\partial \Gamma_{32}}{\partial x} \psi_k' \psi_1 dz - \int_0^H \frac{\partial \Gamma_{22}}{\partial z} \psi_k' \psi_1' dz - \int_0^H \Gamma_{22} \psi_k'' \psi_1' dz \right] \cdot W_k,
 \end{aligned} \tag{8}$$

и

$$\begin{aligned}
 & \sum_{k=1}^n \left[\int_0^H E_{33} \psi_k \psi_h dz \right] \cdot \Delta W_k'' + \\
 & + \sum_{k=1}^n \left[\int_0^H \frac{\partial E_{33}}{\partial x} \psi_k \psi_h dz + \int_0^H E_{32} \psi_k' \psi_h dz - \int_0^H \frac{\partial E_{23}}{\partial z} \psi_k \psi_h' dz - \int_0^H E_{23} \psi_k' \psi_h' dz \right] \cdot \Delta W_k' + \\
 & + \sum_{k=1}^n \left[\int_0^H \frac{\partial E_{32}}{\partial x} \psi_k' \psi_h dz - \int_0^H \frac{\partial E_{22}}{\partial z} \psi_k' \psi_h' dz - \int_0^H E_{22} \psi_k'' \psi_h' dz \right] \cdot \Delta W_k = \\
 & = - \sum_{k=1}^n \left[\int_0^H \Gamma_{33} \psi_k \psi_h dz \right] \cdot W_k'' - \\
 & - \sum_{k=1}^n \left[\int_0^H \frac{\partial \Gamma_{33}}{\partial x} \psi_k \psi_h dz + \int_0^H \Gamma_{32} \psi_k' \psi_h dz - \int_0^H \frac{\partial \Gamma_{23}}{\partial z} \psi_k \psi_h' dz - \int_0^H \Gamma_{23} \psi_k' \psi_h' dz \right] \cdot W_k' - \\
 & - \sum_{k=1}^n \left[\int_0^H \frac{\partial \Gamma_{32}}{\partial x} \psi_k' \psi_h dz - \int_0^H \frac{\partial \Gamma_{22}}{\partial z} \psi_k' \psi_h' dz - \int_0^H \Gamma_{22} \psi_k'' \psi_h' dz \right] \cdot W_k,
 \end{aligned} \tag{9}$$

где $h = 2, \dots, n$. $\{E_{ij}\}_{i,j=1,3}$ и $\{\Gamma_{ij}\}_{i,j=1,3}$ определяются выражениями (4).

Сформулируем граничные условия для различных случаев закрепления краев конструктивного элемента в приращениях.

1. Жесткое закрепление. В жестком закреплении отсутствует прогиб и невозможен поворот поперечного сечения на краях относительно оси Ox .

$$\Delta W = 0; \quad \frac{\partial \Delta W}{\partial x} = 0 \text{ на крае.} \tag{10}$$

2. Шарнирное закрепление. В шарнирном закреплении отсутствуют прогиб и изгибающий момент относительно оси Ox .

$$\Delta W = 0; \quad \frac{\partial^2 \Delta W}{\partial x^2} = 0 \text{ на крае.} \tag{11}$$

3. Свободный край. В этом случае при формулировании граничных условий должна быть учтена совместная работа конструктивного элемента и основания.

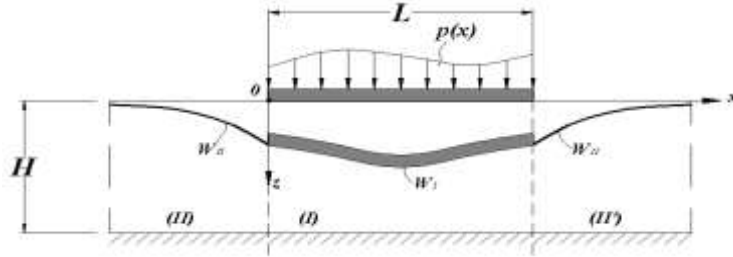


Рис. 1

Должно выполняться равенство нулю изгибающего момента, что в приращениях записывается

$$\frac{\partial^2 \Delta W}{\partial x^2} = 0 \text{ на свободном крае.} \quad (12)$$

Два других условия, учитывающие неразрывность функции $\Delta W(x)$:

$$\begin{aligned} \Delta W_{\text{II основания}} &= \Delta W_{\text{I балки}} \text{ на свободном крае;} \\ \Delta Q_{\text{II основания}} &= \Delta Q_{\text{I балки}} \text{ на свободном крае,} \end{aligned} \quad (13)$$

где $\Delta Q_{\text{II основания}}$, $\Delta Q_{\text{I балки}}$ – приращения обобщенных поперечных сил, определяемые формулами:

$$\begin{aligned} \Delta Q_{\text{I балки}} &= -EJ \cdot \left[\Delta W_{\text{I балки}}''' - \int_0^H E_{33} \psi_1^2 dz \cdot \Delta W_{\text{I балки}}' \right]; \\ \Delta Q_{\text{II основания}} &= \left[\int_0^H \frac{\partial E_{32}}{\partial x} \psi_1' \psi_1 dz - \int_0^H \frac{\partial E_{22}}{\partial z} (\psi_1')^2 dz - \int_0^H E_{22} (\psi_1')^2 dz \right] \cdot \Delta W_{\text{II основания}}', \end{aligned} \quad (14)$$

где $\Delta W_{\text{II основания}}$ является решением следующей системы дифференциальных уравнений, описывающих деформацию основания в зоне (II):

$$\begin{aligned} & \sum_{k=1}^n \left[\int_0^H E_{33} \psi_k \psi_h dz \right] \cdot \Delta W_k'' + \\ & + \sum_{k=1}^n \left[\int_0^H \frac{\partial E_{33}}{\partial x} \psi_k \psi_h dz + \int_0^H E_{32} \psi_k' \psi_h dz - \int_0^H \frac{\partial E_{23}}{\partial z} \psi_k \psi_h' dz - \int_0^H E_{23} \psi_k' \psi_h' dz \right] \cdot \Delta W_k' + \\ & + \sum_{k=1}^n \left[\int_0^H \frac{\partial E_{32}}{\partial x} \psi_k' \psi_h dz - \int_0^H \frac{\partial E_{22}}{\partial z} \psi_k' \psi_h' dz - \int_0^H E_{22} \psi_k'' \psi_h' dz \right] \cdot \Delta W_k = \\ & = - \sum_{k=1}^n \left[\int_0^H \Gamma_{33} \psi_k \psi_h dz \right] \cdot W_k'' - \\ & - \sum_{k=1}^n \left[\int_0^H \frac{\partial \Gamma_{33}}{\partial x} \psi_k \psi_h dz + \int_0^H \Gamma_{32} \psi_k' \psi_h dz - \int_0^H \frac{\partial \Gamma_{23}}{\partial z} \psi_k \psi_h' dz - \int_0^H \Gamma_{23} \psi_k' \psi_h' dz \right] \cdot W_k' - \\ & - \sum_{k=1}^n \left[\int_0^H \frac{\partial \Gamma_{32}}{\partial x} \psi_k' \psi_h dz - \int_0^H \frac{\partial \Gamma_{22}}{\partial z} \psi_k' \psi_h' dz - \int_0^H \Gamma_{22} \psi_k'' \psi_h' dz \right] \cdot W_k, \end{aligned} \quad (15)$$

где $h = 1, \dots, n$.

Построенная математическая модель позволяет решать задачи не только с различными видами неоднородности в исходной структуре материала основания, но и с различными видами неоднородности, возникающей в результате внешних воздействий и приводящей к изменению деформационных свойств основания в процессе деформирования при развитии воздействий природного и техногенного характера.

В качестве примера использования предложенной математической модели рассмотрим расчет шарнирно закрепленной упругой плиты, взаимодействующей со слоистой средой из двух слоев, каждый из которых деформируется нелинейно, произведенный на основе разработанного численного алгоритма и программы, реализующей его.

Ширина плиты $L = 6$ м, толщина $h = 0,5$ м. Модуль упругости материала плиты $E = 27000$ МПа, коэффициент Пуассона $\nu = 0,35$. Толщина 1-го слоя основания $h_1 = 2$ м, 2-го слоя – $h_2 = 3$ м. Начальный модуль деформации 1-го слоя основания $E_1 = 9845$ кПа, 2-го слоя – $E_2 = 35481$ кПа, коэффициент

Пуассона оснований $\nu = 0,35$. На плиту приложена нагрузка переменной интенсивностью (по треугольнику) $p = 300$ кПа (с шагом 10 кН/м), которая увеличивается от 0 ($x = 0$ м) до 100 кН/м ($x = 6$ м).

Диаграмма деформирования слоев ($k=1,2$) – кубическая парабола с разными параметрами, $\sigma_i = E_k \cdot e_i - 4 \cdot E_k^3 \cdot e_i^3 / (27 \cdot \sigma_{s_k}^2)$ при этом $\sigma_{s1} = 40$ кПа, а $\sigma_{s2} = 60$ кПа. Из соотношений модели видим, что конкретный вид диаграммы не участвует в формировании разрешающих уравнений. Поэтому вид диаграммы можно выбрать любым без добавления трудностей.

Результаты по данному примеру представлены на рис. 2, 3. На рис. 2 представлены перемещения центральной точки слоев 1 и 2 под плитой.

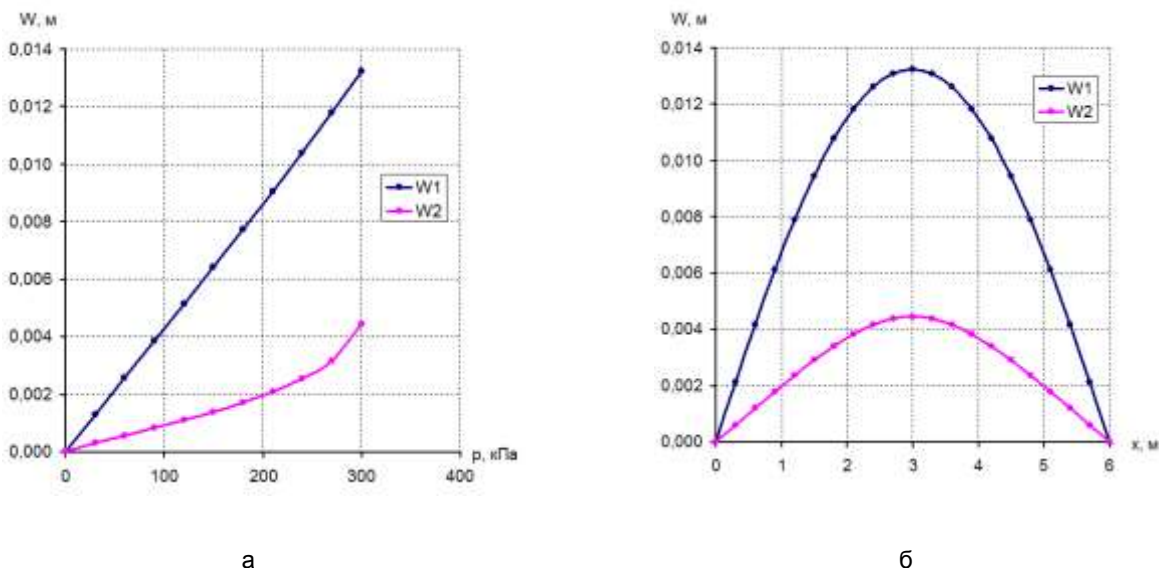


Рис. 2. Результаты расчета для шарнирно закрепленной плиты:
а – перемещение центральной точки 1-го слоя и 2-го слоя соответственно;
б – перемещение 1-го и 2-го слоя соответственно

Рассмотрим расчет жестко закрепленной плиты, взаимодействующей со слоистой средой с теми же исходными данными.

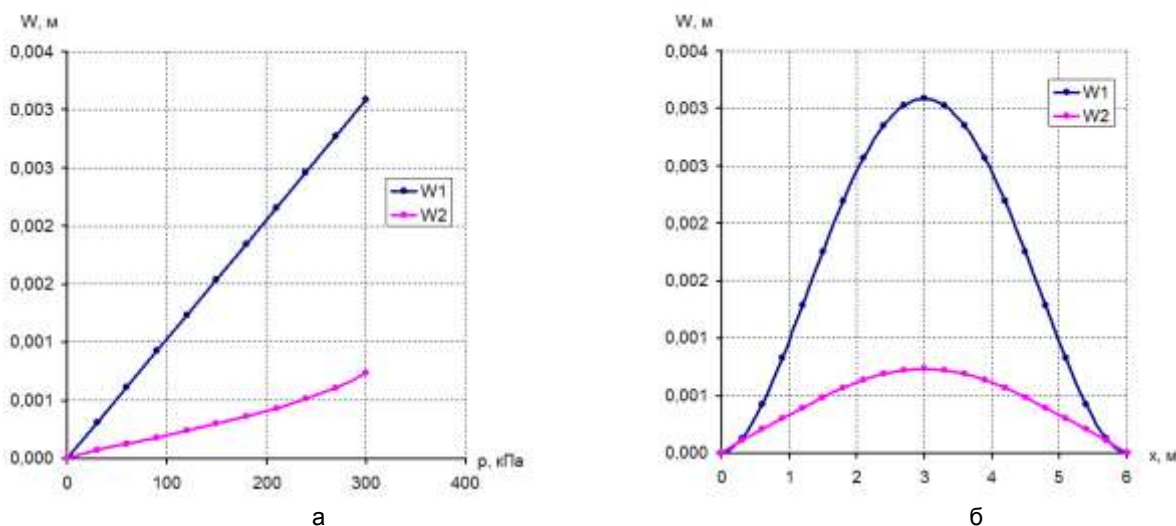


Рис. 3. Результаты расчета жестко защемленной плиты:
а – перемещение центральной точки 1-го слоя и 2-го слоя соответственно;
б – перемещение 1-го и 2-го слоя соответственно

Математическая модель может быть использована для прогнозирования деформаций сооружений на основаниях, физико-механические свойства которых могут изменяться в процессе эксплуатации под влиянием нагрузок и различных факторов природного и техногенного характера. Математическая модель позволяет учитывать историю деформирования в связанном процессе нагружения и деградации при внешних воздействиях.

Рассмотрены частные случаи задач по определению перемещений линии контакта конструктивного элемента и слоистой среды основания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Петров В.В. Теория наведенной неоднородности и ее приложения к проблеме устойчивости пластин и оболочек / В.В. Петров, В.К. Иноземцев, Н.Ф. Синева. Саратов: СГТУ, 1996. 312 с.
2. Петров В.В. Теория наведенной неоднородности и ее приложения к расчету конструкций на неоднородном основании / В.В. Петров, В.К. Иноземцев, Н.Ф. Синева. Саратов: СГТУ, 2002. 260 с.

Синева Нина Федоровна – доктор технических наук, профессор кафедры «Инженерные изыскания и информационные технологии в строительстве» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Nina F. Sineva – Dr. Sc., Professor
Department of Engineering Investigations and Information Technologies in Civil Engineering
Gagarin Saratov State Technical University

Селиванов Филипп Сергеевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Инженерные изыскания и информационные технологии в строительстве» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Philipp S. Selivanov – Ph. D., Associate Professor
Department of Engineering Investigations and Information Technologies in Civil Engineering
Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 04.10.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 539.3

Н.Ф. Синева, Ф.С. Селиванов, Д.В. Никитюк

**РАСЧЕТ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ
ПЕРЕМЕННОЙ ЖЕСТКОСТИ, ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩЕЙ
С НЕЛИНЕЙНО-ДЕФОРМИРУЕМЫМ ОСНОВАНИЕМ**

Предложена методика расчета оболочечных конструкций с локальной неоднородностью, взаимодействующей с многослойным основанием. Математическая модель для материала слоев основания строится на основе деформационной теории пластичности. Построен алгоритм численных исследований и приводятся результаты расчета деформации оболочечной конструкции, взаимодействующей с двухслойным основанием, с учетом неоднородности в конструкции.

Конструктивный элемент, цилиндрическая оболочка, основание, воздействие агрессивных сред на материал, неоднородные сплошные среды, упругопластическое деформирование, наведенная неоднородность

N.F. Sineva, Ph.S. Selivanov, D.V. Nikityuk

**CALCULATION OF THE CYLINDRICAL SHELL
VARIABLE STIFFNESS INTERACTING
WITH NONLINEAR DEFORMED BASIS**

The authors present a technique for calculating shell structures possessing local heterogeneity and interacting with a multilayer substrate. The mathematical model for the material base layers is based on the deformation theory of plasticity. The algorithm of numerical studies and the calculation data of the deformation in the shell structure are presented coupled with the double-layer basis, and with due consideration of the design heterogeneity.

Structural element, cylindrical shell, base, effect of corrosive media on the material, inhomogeneous medium, elasto-plastic deformation induced by the heterogeneity

Развитие эффективных моделей и методов расчета сооружений с учетом реальных условий деформирования является актуальной научной проблемой в области математического моделирования и строительных наук. Подъем грунтовых вод и подтопление оснований строительных сооружений приводят к изменению их деформационных свойств. При этом важное значение приобретает развитие исследований, позволяющих учитывать изменение внешних факторов при построении теорий расчета. Появляется возможность прогнозировать поведение конструкции, которая уже построена, и предсказать гарантированное время ее безопасной эксплуатации. При проектировании нового строительства возможно уточнение расчетных моделей для реальных условий.

С целью описания изменения свойств оснований в результате природных и техногенных воздействий может быть использована теория наведенной неоднородности [2,3]. Согласно положениям этой теории, уравнения состояния материала записываются в инкрементальном виде, в основе физических соотношений приняты гипотезы деформационной теории пластичности в скоростях и кинетические уравнения для описания деградации материала с течением времени. Уравнения модели носят связанный характер – деградация зависит от напряженно-деформированного состояния в точке тела, а напряженно-деформированное состояние зависит от уровня деградации материала в данной точке. Таким образом, в отличие от деформационной теории в процессе деформирования изображающая точка меняет положение не только на диаграмме деформирования, она описывает траекторию в «пространстве», переходя с одной диаграммы на другую в результате изменения самой диаграммы.

Для получения замкнутой системы дифференциальных соотношений, описывающей процесс деформирования, необходимо иметь уравнения равновесия, граничные условия, уравнения состояния и соотношения для изменений параметров уравнений состояния от параметров внешнего процесса. Может приниматься инвариантная форма уравнений состояния, тогда в качестве параметра выступает время взаимодействия. Если воздействие однопараметрическое, то параметр один, как в данном примере влажность основания.

Рассматривается упругая круговая цилиндрическая оболочка радиуса R , неоднородная по высоте, взаимодействующая со слоистой средой основания, в которую она заглублена. Глубина основания изменяется по координате Z . В качестве граничных условий примем шарнирное опирание (рис. 1). Оболочка изотропна по координате θ (угол в цилиндрической системе координат).

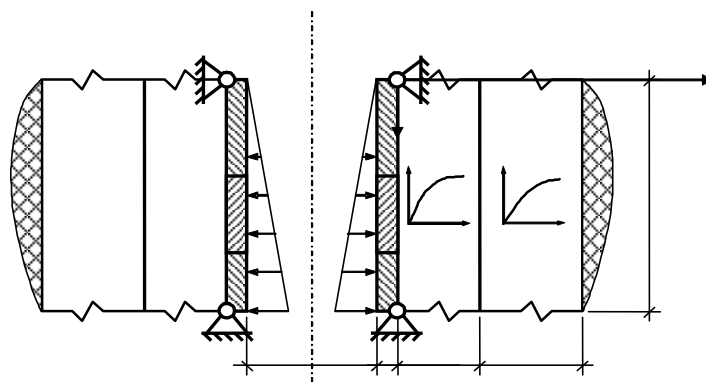


Рис. 1. Неоднородная цилиндрическая оболочка, неравномерно нагруженная изнутри и взаимодействующая с нелинейно деформируемой слоистой средой

В качестве модели основания рассмотрим модель, аналогичную модели В.З. Власова, но записанную в приращениях. При этом приращение перемещения точки $M(x, z)$ запишем в виде следующих конечных разложений:

$$\begin{cases} \Delta u(x, z) = \sum_{i=1}^m \Delta U_i(x) \cdot \varphi_i(z) & (i = 1..m); \\ \Delta w(x, z) = \sum_{k=1}^n \Delta W_k(x) \cdot \psi_k(z) & (k = 1..n), \end{cases} \quad (1)$$

Сами перемещения точки $M(x, z)$ определяются как накопленная сумма всех приращений, то есть в виде

$$\begin{cases} u(x, z) = \sum \Delta u(x, z); \\ w(x, z) = \sum \Delta w(x, z). \end{cases}$$

Функции $\Delta U_i(x)$ и $\Delta W_k(x)$ являются неизвестными, а $\varphi_i(z)$ и $\psi_k(z)$ – линейно независимыми, безразмерными функциями, подлежащими выбору в соответствии с кинематическими условиями задачи.

Уравнения состояния, согласно теории наведенной неоднородности, записываются в приращениях [1, 2]:

$$\Delta\sigma_{ij} = E_{ijk} \Delta e_{kl} + \Gamma_{ijk} e_{kl}, \quad (i, j = 1, 2, 3)$$

Здесь J_{ijk} , f_{ij} – функции переменных состояния, которые в инкрементальных теориях приращения отсчитываются от текущих значений переменных состояния.

Для случая плоской задачи уравнений состояния определяются (в матричной форме) [2, 3]:

$$\begin{Bmatrix} \Delta\sigma_{11} \\ \Delta\sigma_{33} \\ \Delta\sigma_{13} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} E_{11} & E_{12} & E_{13} \\ E_{21} & E_{22} & E_{23} \\ E_{31} & E_{32} & E_{33} \end{Bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} \Delta e_{11} \\ \Delta e_{33} \\ \Delta e_{13} \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} \Gamma_{11} & \Gamma_{12} & \Gamma_{13} \\ \Gamma_{21} & \Gamma_{22} & \Gamma_{23} \\ \Gamma_{31} & \Gamma_{32} & \Gamma_{33} \end{Bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} e_{11} \\ e_{33} \\ e_{13} \end{Bmatrix}, \quad (2)$$

$\{E_{ij}\}_{i,j=1,3}$ характеризуют изменение свойств материала слоистой среды с наведенной неоднородностью, а $\{\Gamma_{ij}\}_{i,j=1,3}$ – свойства материала слоистой среды с наведенной неоднородностью на данном шаге инкрементальной теории.

Получаем разрешающие уравнения относительно приращений перемещений для деформаций оболочечной конструкции, взаимодействующей со слоистой средой в случае плоской деформации будут иметь вид

$$\begin{aligned} & \frac{\partial^2}{\partial x^2} \left(D \frac{\partial^2 \Delta W_1}{\partial x^2} \right) + \frac{E_{o6} h}{1 - \nu_{o6}^2} \frac{\Delta W_1}{R^2} - \sum_{k=1}^2 \left[\int_0^H E_{33} \psi_k \psi_1 dz \right] \Delta W_k'' + \\ & - \sum_{k=1}^2 \left[\int_0^H \frac{\partial E_{33}}{\partial x} \psi_k \psi_1 dz + \int_0^H E_{32} \psi_k' \psi_1 dz - \int_0^H \frac{\partial E_{23}}{\partial z} \psi_k \psi_1' dz - \int_0^H E_{23} \psi_k' \psi_1' dz \right] \Delta W_k' - \\ & - \sum_{k=1}^2 \left[\int_0^H \frac{\partial E_{32}}{\partial x} \psi_k' \psi_1 dz - \int_0^H \frac{\partial E_{22}}{\partial z} \psi_k' \psi_1' dz - \int_0^H E_{22} \psi_k'' \psi_1' dz \right] \Delta W_k = \\ & = \Delta p + \sum_{k=1}^2 \left[\int_0^H \Gamma_{33} \psi_k \psi_1 dz \right] W_k'' + \\ & + \sum_{k=1}^2 \left[\int_0^H \frac{\partial \Gamma_{33}}{\partial x} \psi_k \psi_1 dz + \int_0^H \Gamma_{32} \psi_k' \psi_1 dz - \int_0^H \frac{\partial \Gamma_{23}}{\partial z} \psi_k \psi_1' dz - \int_0^H \Gamma_{23} \psi_k' \psi_1' dz \right] W_k' + \\ & + \sum_{k=1}^2 \left[\int_0^H \frac{\partial \Gamma_{32}}{\partial x} \psi_k' \psi_1 dz - \int_0^H \frac{\partial \Gamma_{22}}{\partial z} \psi_k' \psi_1' dz - \int_0^H \Gamma_{22} \psi_k'' \psi_1' dz \right] W_k, \end{aligned} \quad (3)$$

и

$$\begin{aligned} & \sum_{k=1}^2 \left[\int_0^H E_{33} \psi_k \psi_2 dz \right] \Delta W_k'' + \\ & + \sum_{k=1}^2 \left[\int_0^H \frac{\partial E_{33}}{\partial x} \psi_k \psi_2 dz + \int_0^H E_{32} \psi_k' \psi_2 dz - \int_0^H \frac{\partial E_{23}}{\partial z} \psi_k \psi_2' dz - \int_0^H E_{23} \psi_k' \psi_2' dz \right] \Delta W_k' + \\ & + \sum_{k=1}^2 \left[\int_0^H \frac{\partial E_{32}}{\partial x} \psi_k' \psi_2 dz - \int_0^H \frac{\partial E_{22}}{\partial z} \psi_k' \psi_2' dz - \int_0^H E_{22} \psi_k'' \psi_2' dz \right] \Delta W_k = \\ & = - \sum_{k=1}^2 \left[\int_0^H \Gamma_{33} \psi_k \psi_2 dz \right] W_k'' - \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned}
 & - \sum_{k=1}^2 \left[\int_0^H \frac{\partial \Gamma_{33}}{\partial X} \Psi_k \Psi_2 dz + \int_0^H \Gamma_{32} \Psi_k' \Psi_2 dz - \int_0^H \frac{\partial \Gamma_{23}}{\partial Z} \Psi_k \Psi_2' dz - \int_0^H \Gamma_{23} \Psi_k' \Psi_2' dz \right] W_k' - \\
 & - \sum_{k=1}^2 \left[\int_0^H \frac{\partial \Gamma_{32}}{\partial X} \Psi_k' \Psi_2 dz - \int_0^H \frac{\partial \Gamma_{22}}{\partial Z} \Psi_k' \Psi_2' dz - \int_0^H \Gamma_{22} \Psi_k'' \Psi_2' dz \right] W_k,
 \end{aligned}$$

при этом $H = h_1 + h_2$.

Компоненты матриц $\{E_{ij}\}_{i,j=1,3}$ и $\{\Gamma_{ij}\}_{i,j=1,3}$ имеют следующие выражения:

$$\begin{aligned}
 E_{11} &= \frac{8}{9} \cdot \frac{E_C}{1+\nu_C} + \beta \cdot \left(\frac{2}{3} \cdot e_{11} - \frac{1}{3} \cdot e_{33} \right)^2 + \frac{E_0}{9 \cdot (1-2 \cdot \nu)}; \\
 E_{12} &= \left(\frac{2}{3} \cdot e_{11} - \frac{1}{3} \cdot e_{33} \right) \cdot \left(-\frac{1}{3} \cdot e_{11} + \frac{2}{3} \cdot e_{33} \right) \cdot \beta + \frac{E_0}{9 \cdot (1-2 \cdot \nu)} - \frac{E_C}{9 \cdot (1+\nu_C)}; \\
 E_{13} &= \left(\frac{2}{3} \cdot e_{11} - \frac{1}{3} \cdot e_{33} \right) \cdot e_{13} \cdot \beta; \\
 E_{21} &= -\frac{1}{9} \cdot \frac{E_C}{1+\nu_C} + \beta \cdot \left(\frac{2}{3} \cdot e_{11} - \frac{1}{3} \cdot e_{33} \right) \cdot \left(-\frac{1}{3} \cdot e_{11} + \frac{2}{3} \cdot e_{33} \right) + \frac{E_0}{9 \cdot (1-2 \cdot \nu)}; \\
 E_{23} &= \left(-\frac{1}{3} \cdot e_{11} + \frac{2}{3} \cdot e_{33} \right) \cdot e_{13} \cdot \beta; \quad E_{22} = \frac{8}{9} \cdot \frac{E_C}{1+\nu_C} + \left(-\frac{1}{3} \cdot e_{11} + \frac{2}{3} \cdot e_{33} \right)^2 \cdot \beta + \frac{E_0}{9 \cdot (1-2 \cdot \nu)}; \\
 E_{31} &= \left(\frac{2}{3} \cdot e_{11} - \frac{1}{3} \cdot e_{33} \right) \cdot e_{13} \cdot \beta; \\
 E_{32} &= \left(-\frac{1}{3} \cdot e_{11} + \frac{2}{3} \cdot e_{33} \right) \cdot e_{13} \cdot \beta; \quad E_{33} = \left(\frac{E_C}{1+\nu_C} + \beta \cdot e_{13}^2 \right); \\
 \Gamma_{11} &= \frac{2}{3} \cdot \left(1 - \frac{2 \cdot \nu - 1}{2 \cdot (1+\nu_C)} \cdot \frac{E_C}{E_0} \right) \cdot \frac{E_K^* - E_C^*}{1+\nu_C} \cdot \left(1 - \frac{1}{3} \cdot (1+\nu_C) \cdot (2 \cdot \nu - 1) \times \right. \\
 & \quad \left. \times \frac{E_K^* - E_C^*}{E_0} \cdot 3 \cdot \left((1+\nu_C) \cdot \left((2 \cdot \nu - 1) \cdot \frac{E_K^* - E_C^*}{E_0} + 2 + 2 \cdot \nu_C \right) \right)^{-1} \right); \\
 \Gamma_{12} &= -\frac{1}{3} \cdot \left(1 - \frac{2 \cdot \nu - 1}{2 \cdot (1+\nu_C)} \cdot \frac{E_C}{E_0} \right) \cdot \frac{E_K^* - E_C^*}{1+\nu_C} \cdot \left(1 - \frac{1}{3} \cdot (1+\nu_C) \cdot (2 \cdot \nu - 1) \times \right. \\
 & \quad \left. \times \frac{E_K^* - E_C^*}{E_0} \cdot 3 \cdot \left((1+\nu_C) \cdot \left((2 \cdot \nu - 1) \cdot \frac{E_K^* - E_C^*}{E_0} + 2 + 2 \cdot \nu_C \right) \right)^{-1} \right); \\
 \Gamma_{21} &= -\frac{1}{3} \cdot \left(1 - \frac{2 \cdot \nu - 1}{2 \cdot (1+\nu_C)} \cdot \frac{E_C}{E_0} \right) \cdot \frac{E_K^* - E_C^*}{1+\nu_C} \cdot \left(1 - \frac{1}{3} \cdot (1+\nu_C) \cdot (2 \cdot \nu - 1) \times \right. \\
 & \quad \left. \times \frac{E_K^* - E_C^*}{E_0} \cdot 3 \cdot \left((1+\nu_C) \cdot \left((2 \cdot \nu - 1) \cdot \frac{E_K^* - E_C^*}{E_0} + 2 + 2 \cdot \nu_C \right) \right)^{-1} \right); \\
 \Gamma_{22} &= \frac{2}{3} \cdot \left(1 - \frac{2 \cdot \nu - 1}{2 \cdot (1+\nu_C)} \cdot \frac{E_C}{E_0} \right) \cdot \frac{E_K^* - E_C^*}{1+\nu_C} \cdot \left(1 - \frac{1}{3} \cdot (1+\nu_C) \cdot (2 \cdot \nu - 1) \times \right.
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \times \frac{E_K^* - E_C^*}{E_0} \cdot 3 \cdot \left((1 + \nu_C) \cdot \left((2 \cdot \nu - 1) \cdot \frac{E_K^* - E_C^*}{E_0} + 2 + 2 \cdot \nu_C \right) \right)^{-1} \Bigg); \\ \Gamma_{33} = & \left(1 - \frac{2 \cdot \nu - 1}{2 \cdot (1 + \nu_C)} \cdot \frac{E_C}{E_0} \right) \cdot \frac{E_K^* - E_C^*}{1 + \nu_C} \cdot \left(1 - \frac{1}{3} \cdot (1 + \nu_C) \cdot (2 \cdot \nu - 1) \times \right. \\ & \left. \times \frac{E_K^* - E_C^*}{E_0} \cdot 3 \cdot \left((1 + \nu_C) \cdot \left((2 \cdot \nu - 1) \cdot \frac{E_K^* - E_C^*}{E_0} + 2 + 2 \cdot \nu_C \right) \right)^{-1} \right); \\ & \Gamma_{13} = \Gamma_{23} = \Gamma_{31} = \Gamma_{32} = 0. \end{aligned}$$

$\{E_{ij}\}_{i,j=1,3}$ характеризуют изменение свойств материала слоистой среды с наведенной неоднородностью, а $\{\Gamma_{ij}\}_{i,j=1,3}$ – свойства материала слоистой среды с наведенной неоднородностью на данном шаге инкрементальной теории.

E_K^* , E_C^* – переменные касательный и секущий модули деформаций в возмущенном влиянием внешнего воздействия состоянии, а также $\nu_C = 0,5 - E_C / E_0 \cdot (0,5 - \nu)$, $E_0 = E / (1 - \nu^2)$, $\nu_0 = \nu / (1 - \nu)$, при этом E – модуль деформации среды основания, а ν – коэффициент Пуассона.

Неоднородность оболочки связана с разрывом жесткости D . Для описания разрывов жесткости оболочки используем единичную функцию Хевисайда:

$$\Omega_0(x - x_0) = \begin{cases} 1, & x < x_0; \\ 0, & x > x_0. \end{cases} \quad (5)$$

Для решения задачи применяем метод Бубнова-Галеркина. Координатные функции в соответствии с граничным условием шарнирного опирания выбирались в виде синусов.

Длина оболочки $L = 6$ м, толщина стенки $h_0 = 0,5$ м, радиус оболочки $R = 4$ м. Модуль упругости материала $E = E(x)$, в верхней трети оболочки $E_{061} = 18000$ МПа, в нижней трети оболочки $E_{063} = 18000$ МПа, в средней трети оболочки $E_{062} = 27000$ МПа, коэффициент Пуассона $\nu_{06} = 0,35$. Толщина 1-го слоя основания $h_1 = 1$ м, 2-го слоя – $h_2 = 3$ м. Начальный модуль деформации 1-го слоя основания $E_1 = 35481$ кПа, 2-го слоя – $E_2 = 9845$ кПа, коэффициент Пуассона основания $\nu = 0,35$. К оболочке приложена нагрузка интенсивностью $q = 300$ кН/м (с шагом 10 кН/м), которая увеличивается от 0 ($x = 0$ м) до 100 кН/м ($x = 6$ м).

Функций Ω_0 будет две, для $x_0 = 2$ и $x_0 = 4$. Подставляя в интегралы по длине и производя интегрирование, реализуем разрывы жесткости.

Функции $\psi_k(z)$ примем следующие:

$$\psi_1(z) = \begin{cases} \frac{h_1 - z}{h_1}, & 0 \leq z \leq h_1; \\ 0, & h_1 \leq z \leq h_1 + h_2, \end{cases} \text{ и } \psi_2(z) = \begin{cases} \frac{z}{h_1}, & 0 \leq z \leq h_1; \\ \frac{h_1 + h_2 - z}{h_2}, & h_1 \leq z \leq h_1 + h_2. \end{cases}$$

Графики перемещений срединной поверхности оболочки, поверхности контакта 1-го и 2-го слоев основания, а также изгибающего момента представлены на рис. 2.

Рассмотрим модель неоднородной цилиндрической оболочки, взаимодействующей со слоистой средой с учетом деградации свойств этой среды вследствие увлажнения 2-го слоя основания.

При зависимости модуля деформации 2 слоя от влажности [2]:

$$E_2(C) = E_2 \frac{C}{bC - d}, \quad (6)$$

где $b = 2,0687$, $d = 50,752$.

Параметр влажности C , представленный в процентах, изменяется от начального значения $C_0 = 25,8$ до значения, соответствующего полному водонасыщению $C_B = 32,8$.

Графики перемещений срединной поверхности оболочки, поверхности контакта 1-го и 2-го слоев основания, а также изгибающего момента представлены на рис. 3.

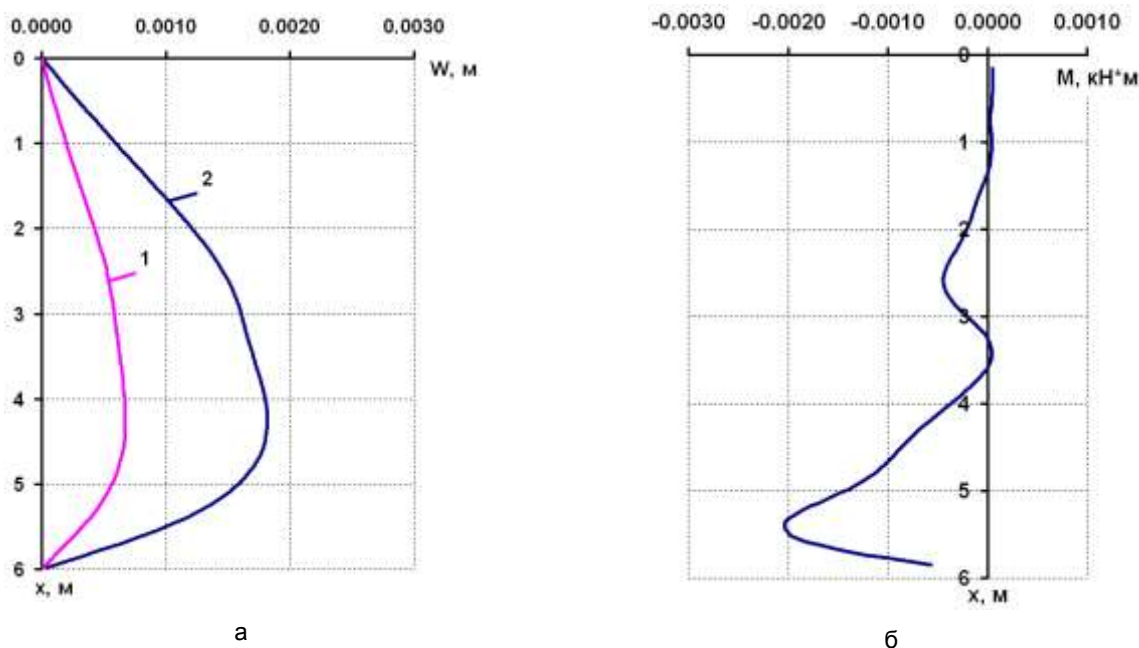


Рис. 2. Неоднородная цилиндрическая оболочка с неравномерным по x внутренним давлением $q \neq const$:
 а – перемещения срединной поверхности оболочки (график 1) и поверхности контакта 1-го и 2-го слоев основания (график 2); б – изгибающий момент

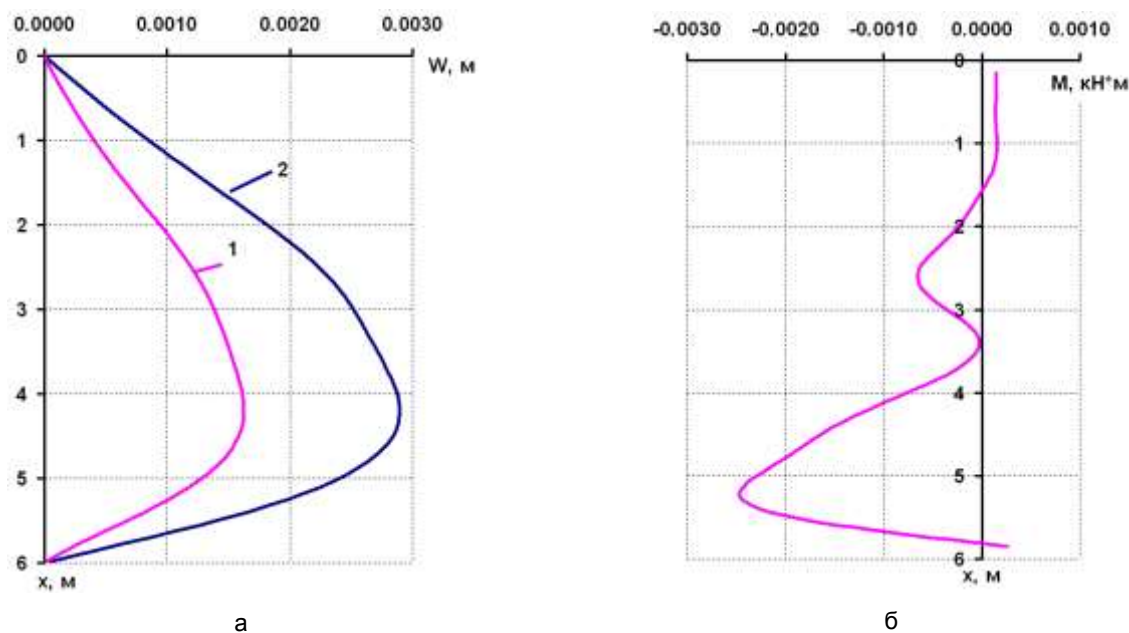


Рис. 3. Графики для неоднородной цилиндрической оболочки ($q=const$), взаимодействующей с нелинейно деформируемым основанием: а – перемещения срединной поверхности неоднородной цилиндрической оболочки (1) и поверхности контакта 1-го и 2-го слоев основания (2); б – изгибающий момент

ВЫВОДЫ

1. Предложенная в работе методика расчета цилиндрической оболочки, взаимодействующей со слоистой средой, позволяет решить широкий спектр практически важных задач. При этом могут варьироваться различные свойства среды (физический закон, влияние влажности), геометрия и свойства материалов оболочки и нагрузка.

2. Варьирование толщины и модулей материалов оболочки служит регулированию ее жесткости, следовательно, величин ее перемещений и изгибающих моментов, а также перемещений основания, что может быть положено в основу создания рациональных проектов конструкций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Власов В.З. Избранные труды / В.З. Власов. М.: Наука, 1964. Т. 3. 407 с.
2. Петров В.В. Теория наведенной неоднородности и ее приложения к проблеме устойчивости пластин и оболочек / В.В. Петров, В.К. Иноземцев, Н.Ф. Синева. Саратов: СГТУ, 1996. 312 с.
3. Петров В.В. Теория наведенной неоднородности и ее приложения к расчету конструкций на неоднородном основании / В.В. Петров, В.К. Иноземцев, Н.Ф. Синева. Саратов: СГТУ, 2002. 260 с.

Синева Нина Федоровна – доктор технических наук, профессор кафедры «Инженерные изыскания и информационные технологии в строительстве» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Nina F. Sineva – Dr. Sc., Professor
Department of Engineering Investigations and Information Technologies in Civil Engineering
Gagarin Saratov State Technical University

Селиванов Филипп Сергеевич – кандидат технических наук, доцент, кафедры «Инженерные изыскания и информационные технологии в строительстве» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Philipp S. Selivanov – Ph. D., Associate Professor
Department of Engineering Investigations and Information Technologies in Civil Engineering
Gagarin Saratov State Technical University

Никитюк Дина Владимировна – аспирант кафедры «Инженерные изыскания и информационные технологии в строительстве» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Dina V. Nikityuk – Postgraduate,
Department of Engineering Investigations and Information Technologies in Civil Engineering
Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 15.10.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 539.3: 539.4

Н.Ф. Синева

**КРИТЕРИЙ УСТОЙЧИВОСТИ
В ТЕОРИИ НАВЕДЕННОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ**

Обосновывается целесообразность применения концепции равноактивной бифуркации для исследования устойчивости процессов упругопластического деформирования на новый класс процессов – связанных необратимых процессов упругопластического деформирования и деградации материала, приводящей к наведению неоднородности физико-механических свойств в процессе деформирования вследствие агрессивных воздействий.

Критерии устойчивости процессов, воздействие агрессивных сред на материал, бифуркации решений краевых задач, неоднородные сплошные среды, упругопластическое деформирование

N.F. Sineva

**STABILITY CRITERION
IN THE THEORY OF INDUCED HETEROGENEITY**

The validity of the concept referring equally active bifurcation is determined for the study of stability in elastoplastic deformation processes. This new class of processes

is related to irreversible processes of elastoplastic deformation and degradation of materials leading to heterogeneity of physical and mechanical properties during the deformation process resulting from aggressive actions.

Criteria for stability of processes, impact of aggressive media on the material, bifurcation of solutions of boundary value problems, heterogeneous medium, elastoplastic deformation

Задача исследования нелинейных процессов деформирования сложных сред и конструкций из них – актуальная задача механики деформируемого твердого тела. Влияние природных и технологических сред на процесс деформирования нагруженной конструкции приводит к различным изменениям в материале конструкции. Под наведенной неоднородностью понимаются изменения в материале, состоящие в появлении и развитии неоднородных свойств в процессе деформирования, которые ухудшают основные характеристики. Это часто приводит к преждевременной потере конструкциями проектных рабочих свойств, а иногда и к катастрофическим последствиям. Для возможности прогноза периода безопасной эксплуатации конструктивных элементов необходимо уточнять математические модели, применяемые для их проектирования и расчета. В данном направлении существуют различные подходы, в числе которых моделирование уравнений состояния сложной сплошной среды с учетом деградации ее физико-механических свойств. Теория наведенной неоднородности [1] была предложена для исследований в этой области. В последующих работах эта теория развивается в направлении как ее применения к новым объектам, так и теоретического обоснования ее положений. Эта статья является вкладом в обоснование выбора концепции исследования устойчивости, которая применяется в исследованиях. Следует отметить, что возможны и другие подходы, которые, например, применяются в задачах с реологией [6], и возможно, они тоже будут разрабатываться в теории наведенной неоднородности. Обсуждаемая здесь концепция привлекательна с точки зрения достаточной простоты в проведении оценок и тем, что основывается на исторически проверенных формах критериев бифуркационной устойчивости при пластичности.

По словам Ляпунова, в устойчивости нет универсальных определений и критериев, нет ничего абсолютного, всё зависит от цели исследования и природы ожидаемой неустойчивости в системе. Основная задача – выделение области изменения параметров, при которых процесс можно считать устойчивым в том или ином смысле относительно происходящих возмущений. Именно механика как феноменологическая наука должна формулировать критерии и классифицировать типы потери устойчивости процессов в природе. С точки зрения математики теория устойчивости – часть математической физики, изучающая вопрос о том, как решения определяющих процесс систем дифференциальных уравнений ведут себя при изменении: начальных данных, параметров, материальных функций, структуры самих определяющих процесс систем.

В [7] Д.В. Георгиевским приводится некоторая классификация типов потери устойчивости процессов в механике:

– устойчивость относительно малых и конечных возмущений параметров основного движения (скоростей, напряжений, температур и т.п.), внешних данных (массовых и поверхностных сил, заданных скоростей и перемещений на границах и т. п.) и геометрии области (вариации границ, поверхностей раздела);

– устойчивость относительно возмущений материальных функций (функций материала) и правомерность различных предельных переходов по физическим параметрам;

– устойчивость самого материала по отношению к изменению его внутренней структуры и немеханическим взаимодействиям;

– устойчивость численного процесса моделирования механической задачи и возможная физическая интерпретация потери устойчивости численного процесса.

Необходимо понимать относительную условность подобной классификации. Неустойчивость, вызванная одной группой причин, зачастую приводит к более глобальной неустойчивости, объясняемой другими причинами, и т.д. Но факт качественного изменения протекающего процесса в тот или иной момент, который и интерпретируется в широком смысле как потеря его устойчивости, – наблюдаемое явление. Задача заключается в построении математической модели самого процесса и его возмущений.

Устойчивость деформирования с позиции энергетических методов сводится к вариационной проблеме экстремума некоторого функционала, который в потенциальных системах является потенциальной энергией. Наличие диссипации в таких средах приводит к тому, что потенциальной функ-

ции, строго говоря, не существует. Её заменяет функционал переменных состояния, зависящий от внешних параметров (например, функции нагрузки от времени для вязкоупругих систем).

Это бывает более эффективным, когда точное решение краевой задачи затруднено из-за её сложности, а также при привлечении термодинамики и анализа связанных процессов. В задачах устойчивости упругих стержней, пластин и оболочек энергетические методы были развиты Дж.Х. Брайаном, С. П. Тимошенко, В. Ритцем и др. При этом прогибы конструкции описываются бесконечными рядами с неизвестными амплитудами при каждой моде. Эти амплитуды определяются из принципа виртуальных работ (метод Рэлея-Ритца). Здесь же метод Бубнова (проекторный), состоящий в том, что краевая задача заменяется условием ортогональности уравнения, в которое подставлено выбранное представление искомой функции по базисной системе, к каждой базисной функции. Критерий бифуркационной потери устойчивости в упругости представлен в двух основных формах – форме Брайдана и форме Тимошенко. Для описания закритического поведения упругих элементов конструкций решают задачи в нелинейной постановке.

Основы теории устойчивости упругопластических систем были заложены Т. Карманом, затем развиты А.А. Ильюшиным. В этой теории докритическая стадия деформирования описывается простым процессом нагружения. При бесконечно малом продолжении процесса за точку бифуркации нагружение становится «квазипростым». Исходя из этого, для описания докритического этапа применяется теория малых упругопластических деформаций, а затем для анализа процесса выпучивания – деформационная теория. Таким образом, момент перехода процесса из докритического в закритический режим учитывается посредством «переключения» определяющих соотношений, что соответствует излому траектории деформации. Теория устойчивости Ильюшина согласуется с экспериментами значительно лучше, чем другие аналогичные подходы, построенные на основе теории течения с изотропным упрочнением или теории пластичности для траектории средней кривизны (несмотря на то, что эти две теории охватывают более широкий класс траекторий деформаций).

В.Г. Зубчаниновым построена модифицированная теория бифуркаций и устойчивости упругопластических процессов, в основу которой положен подход Т. Кармана, А.А. Ильюшина. В основе лежит общий принцип: процесс нагружения становится неустойчивым, если сколь угодно малое его продолжение вызывает быстрый рост перемещений и деформаций. Выпучивание интерпретируется как возмущённый процесс. Критическое состояние имеет место в предельной точке (точке бифуркации Пуанкаре). Достижение предельной точки принимается за критерий неустойчивости, а соответствующая нагрузка считается критической.

При формулировании общего условия единственности решения краевых задач о равновесии упругопластического тела в скоростях Р. Хилл сопоставил полученное им условие единственности с условием устойчивости. При этом условие устойчивости он сформулировал как условие устойчивости состояния равновесия. Исследование Хилла показало, что эти условия не эквивалентны. Однако критерия устойчивости процесса при продолжающемся нагружении Р. Хилл не сформулировал.

В.Д. Ключниковым [4, 5] построена другая теория неупругой устойчивости. Неустойчивость процесса неупругого деформирования сложной среды связывается с наличием особых точек процесса: бифуркационных и псевдобифуркационных различного порядка. Осуществлен подход, ставящий задачу единственности в приращениях. При постановке бифуркационных задач неединственности скоростей для приращений при единственности самих приращений приходим к краевой задаче на собственные значения, где в качестве собственных функций служат вариации скоростей приращений перемещений. Обозначая бифуркацию состояния B_0 , бифуркацию приращений B_1 , бифуркацию скоростей приращений B_2 , можно показать, что на условной кривой равновесных состояний точка B_0 лежит выше всех остальных, ниже точка B_1 и т.д. Бифуркации высших порядков (выше первого) в случае дифференциально-линейных физических соотношений, по положению на кривой равновесных состояний совпадают с B_1 , как и следует ожидать. В отличие от концепции В.Г. Зубчанинова и А.А. Ильюшина формализм В.Д. Ключникова построен на концепции равноактивной бифуркации. При этом активность возмущенного (побочного) процесса (его догрузка или разгрузка) такая же, как у основного процесса. Естественно, что задача поиска новых зон нагрузки и разгрузки представляет собой сложную задачу.

Исследования показали, что при дифференциально-линейной пластичности среди других равноактивная бифуркация становится возможной на наиболее ранней стадии исследуемого процесса. Смена траектории деформирования происходит потому, что новая траектория энергетически «выгоднее» – требует меньших затрат энергии. Отсюда – выгоднее траектория с наименьшим объемом упругих зон (пластическая догрузка происходит при меньших уровнях энергии). Так как в равноактивном случае новых зон при бифуркации вообще не возникает, то этот случай – самый предпочтительный.

Подтверждением того, что равноактивная бифуркация – наирания в истории процесса, является факт, обнаруженный независимо друг от друга Ф. Шенли и Ю.Н. Работновым: прямой стержень может изгибаться еще до достижения приведенно-модульной нагрузки (А.А. Ильюшина и В.Г. Зубчанинова), причем при возрастании внешней нагрузки (продолжающееся нагружение) с плавным нарастанием зон разгрузки. Характерной и ценной особенностью концепции равноактивной бифуркации для дифференциально-линейной модели является совпадение тензоров констант материала для основного и побочного процессов (без излома траектории). Именно это и порождает в концепции равноактивной бифуркации формализм упругого эквивалента.

При рассмотрении вопросов деформирования нагруженных конструктивных элементов, взаимодействующих с внешней средой, нарушающей внутренние связи в материале, всегда имеем дело с некоторым реологическим процессом, состоящим в медленном движении точек континуума деформируемого твердого тела. Для моделирования этого процесса построена теория наведенной неоднородности [1]. Инкрементальная теория наведенной неоднородности в качестве основополагающих гипотез унаследовала, в том числе, гипотезы деформационной теории пластичности в скоростях для каждого этапа изменения физико-механических параметров, в каждой точке ведущего параметра процесса. В отличие от классической деформационной теории она построена в скоростях и имеет в качестве уравнений состояния неоднородные соотношения в приращениях, содержащие не только приращения компонент тензоров напряжений и деформаций, но и полные тензоры, накопленные по шагам инкрементальной теории. Этим она отличается от теории пластического течения, где эти уравнения однородны. Так же как теория пластического течения, модель учитывает историю процесса. В данном случае, когда имеем связанный процесс взаимодействия агрессивной среды с материалом нагруженной конструкции и деформирование конструкции, памятью о прошедших моментах деформирования (историей деформирования и деградации материала) обладает система уравнений, определяющая связанный процесс взаимодействия и деформирования. При этом неустойчивость такого процесса обусловлена изменением природы внутренних связей системы и характеризуется неединственностью продолжения процесса для его внутренних, определяющих процесс параметров.

Это позволяет положить в основу исследований устойчивости данных процессов квазистатический подход. Потеря устойчивости исходного процесса деформирования может служить в качестве оценки работоспособности конструкции в условиях внешних агрессивных воздействий, изменяющих физико-механические свойства материала в процессе деформирования.

Из гипотез теории наведенной неоднородности следует возможность применить концепцию равноактивной бифуркации. Таким образом, для текущего состояния S_n инкрементальной теории наведенной неоднородности можно не учитывать дополнительные зоны пассивного деформирования, сопровождающие бифуркацию. Распределение зон активного и пассивного деформирования на момент бифуркации такое же, как и в текущем состоянии S_n . В [2, 3] данный подход был реализован на модельных задачах.

Использование концепции устойчивости равноактивной бифуркации первого порядка в теории наведенной неоднородности влечет построение упругого эквивалента конструкции с наведенной неоднородностью материала.

Покажем, что матрица констант упругого эквивалента следует из матрицы констант уравнений состояния материала с наведенной неоднородностью на шаге S_n для фиксированного момента времени (как параметра процесса), при этом в соотношениях следует положить $E_k^* = E_k$, $E_c^* = E_c$ на шаге процесса (символ * соответствует возмущенному состоянию, E_k , E_c переменные касательный и секущий модули).

В общем случае инкрементальные уравнения состояния теории наведенной неоднородности имеют вид

$$\Delta\sigma_{ij} = \Phi_{ijkl}\Delta e_{kl} + \varphi_{ij} \quad (1)$$

Для теории наведенной неоднородности с гипотезой несжимаемости материала (что непринципиально), эти соотношения можно представить и в виде

$$\Delta S_{ij} = \Psi_{ijkl}\Delta e_{kl} + \varphi_{ij} \quad (2)$$

Здесь $\Delta\sigma_{ij}$, ΔS_{ij} – приращения тензора и девиатора напряжений, Δe_{ij} – приращения тензора деформаций, Ψ_{ijkl} или Φ_{ijkl} – матрица констант материала с наведенной неоднородностью. Неоднородность в этих уравнениях порождается связанным процессом упругопластического деформирования и деградации материала, изменяющей параметры диаграммы деформирования, содержит накопленные полные деформации. Получим формализм концепции равноактивной бифуркации первого порядка,

распространив его на новый класс задач. Построим матрицу констант упругого эквивалента в теории наведенной неоднородности.

Соотношения для упругого эквивалента бифуркации V_k любого порядка $k \neq 0$ получаются k -кратным варьированием [4]:

$$\Delta_k^{(k)} S_{ij} = 2 \tilde{G}_{ijmn}^{(k)} \Delta_k e_{mn}, \quad (3)$$

$$S_{ij} = 2G_c(\Gamma)e_{ij}, \quad \Gamma^2 = 2e_{ij}e_{ij}, \quad (4)$$

где G_c – секущий модуль диаграммы чистого сдвига, Δ_k – разности приращений порядка k .

Для определения бифуркации первого порядка необходимо иметь соотношения для скоростей, которые записываются с помощью дифференцирования (4) по времени (обозначено точкой):

$$\dot{S}_{ij} = 2 \frac{dG_c}{d\Gamma} \dot{\Gamma} e_{ij} + G_c \dot{e}_{ij}. \quad (5)$$

Далее

$$\frac{dG_c}{d\Gamma} = \frac{1}{\Gamma} \left(\frac{d\Gamma}{d\Gamma} - \frac{\Gamma}{\Gamma} \right) = \frac{G_c}{T} (G_k - G_c), \quad (6)$$

$$T^2 = \frac{1}{2} S_{ij} S_{ij},$$

$$\dot{\Gamma} = \frac{2e_{ij} \dot{e}_{ij}}{\Gamma} = \frac{S_{ij} \dot{e}_{ij}}{G_c \Gamma} = \frac{S_{ij} \dot{e}_{ij}}{T},$$

где G_k – касательный модуль сдвига на диаграмме чистого сдвига, и в результате из (5) получим

$$\dot{S}_{ij} = 2G_c \left[\dot{e}_{ij} - \left(1 - \frac{G_k}{G_c} \right) \frac{S_{ij} S_{mn}}{2T^2} \dot{e}_{mn} \right]. \quad (7)$$

Условия бифуркации первого порядка:

$$\Delta_0 S_{ij} = \Delta_0 e_{ij} = 0; \quad \Delta_1 \dot{S}_{ij} \neq 0, \quad \Delta_1 \dot{e}_{ij} \neq 0. \quad (8)$$

Соотношения для упругого эквивалента (матрица его констант) бифуркации первого порядка получаются варьированием соотношений (7).

В силу дифференциальной линейности формальный акт варьирования отвечает составлению уравнения связи для параметров:

$$\Delta \dot{S}_{ij} = \dot{S}_{ij} - \dot{S}_{ij}^0 \quad \Delta \dot{e}_{ij} = \dot{e}_{ij} - \dot{e}_{ij}^0; \quad (9)$$

где (S_{ij}, σ_{ij}) – побочное, а $(S_{ij}^0, \sigma_{ij}^0)$ – основное продолжение процесса в предположении их равноактивности. Тогда

$$\tilde{G}_{ijmn} = G_c \left[\delta_{im} \delta_{jn} - \left(1 - \frac{G_k}{G_c} \right) \frac{S_{ij} S_{mn}}{2T^2} \right]. \quad (10)$$

Покажем, что на шаге инкрементальной теории S_n компоненты, определяющие тензор Ψ_{ijk} являются жесткостями упругого эквивалента.

При решении задачи в приращениях требуется определить на шаге S_n приращения внутренних параметров $\Delta S_{ij}, \Delta e_{ij}$ по заданным параметрам внешнего процесса. Бифуркация отвечает неединственности решения для приращений, например существует два решения (индексы 1 и 2): $\Delta S_{ij}^1, \Delta e_{ij}^1$ и $\Delta S_{ij}^2, \Delta e_{ij}^2$.

Тогда для приращений $\Delta_1 S_{ij}, \Delta_1 e_{ij}$, представляющих собой их разность, справедливо

$$\Delta_1 S_{ij} = \Delta S_{ij}^1 - \Delta S_{ij}^2, \quad \Delta_1 e_{ij} = \Delta e_{ij}^1 - \Delta e_{ij}^2.$$

Вычитая, получим

$$\Delta_1 S_{ij} = \Psi_{ijk1} \Delta_1 e_{ij}, \quad (11)$$

Тогда из сравнения соотношения (3) при $k = 1$ и (12) следует

$$2\tilde{G}_{ijk1} = \Psi_{ijk1}, \quad (12)$$

что и требовалось показать.

Сделаем несколько замечаний о связи этого формализма с известными критериями в пластичности, так как при отсутствии внешнего процесса теория наведенной неоднородности предельно переходит в деформационную теорию в приращениях.

Вводя обозначения

$$T^2 = \frac{1}{3}\sigma_i^2, \quad \sigma_i^2 = \frac{3}{2}S_{ij}S_{ij}, \quad G_c = \frac{E_c}{3}, \quad (13)$$

для случая обобщенного плоского напряженного состояния ($\sigma_{33} = 0, \varepsilon_{33} \neq 0$) матрица констант упругого эквивалента будет определяться соотношением [3]:

$$\tilde{E}_{ijkl} = E_c \left[\frac{2}{3}(\delta_{im}\delta_{jn} + \delta_{ij}\delta_{mn}) - \left(1 - \frac{E_k}{E_c}\right) \frac{\sigma_{ij}\sigma_{mn}}{\sigma_i^2} \right] \quad (14)$$

или

$$\tilde{E}_{ijkl} = \frac{2}{3}(\delta_{im}\delta_{jn} + \delta_{ij}\delta_{mn})E_c - \frac{\sigma_{ij}\sigma_{mn}}{\sigma_i^2}(E_k - E_c), \quad (15)$$

Если положить $E_c = E$, то получится упругий эквивалент в теории изотропного упрочнения. В деформационной теории его впервые предложил Э.Стоуэлл как приближенное выражение для критической нагрузки бифуркации состояния. В теории изотропного упрочнения эти выражения использовали Хандельман и Прагер, Пирсон, Л.М. Качанов, А.С. Вольмир. В.Д. Ключников получил это выражение из применения критерия равноактивной бифуркации для деформационной теории пластичности.

Для случая плоского напряженного состояния с учетом сжимаемости матрица констант упругого эквивалента в теории наведенной неоднородности записывается на основе более сложных соотношений [7]

$$\begin{aligned} \tilde{\Psi}_{iikk} &= \frac{E_c}{1-\mu_c^2} \left[\mu_0 + \frac{E_k - E_c}{E_c} \frac{1}{D^*} (v_1 e_{kk} + v_2 e_{ll}) (2\mu_1 e_{ii} + \mu_2 e_{jj}) \right], & i \neq k, i \neq j, k \neq l, i, j, k, l = 1, 2 \\ \tilde{\Psi}_{iiii} &= \frac{E_c}{1-\mu_c^2} \left[1 + \frac{E_k - E_c}{E_c} \frac{1}{D^*} (v_1 e_{ii} + v_2 e_{jj}) (2\mu_1 e_{ii} + \mu_2 e_{jj}) \right], & i \neq j \quad i, j = 1, 2 \\ \tilde{\Psi}_{ijkk} &= \frac{E_c}{1+\mu_c} \left[\frac{E_k - E_c}{E_c} \frac{v_3 e_{ij}}{D^*} (2\mu_1 e_{kk} + \mu_2 e_{ll}) \right], & i \neq k, i \neq j, k \neq l, \\ \tilde{\Psi}_{iikl} &= \frac{E_c}{1+\mu_c} \left[\frac{E_k - E_c}{E_c} \frac{v_3 e_{kl}}{D^*} (2\mu_1 e_{ii} + \mu_2 e_{jj}) \right], & k \neq l \quad i, k, l = 1, 2 \\ \tilde{\Psi}_{ijkl} &= \frac{E_c}{1+\mu_c} \left[\delta_{ik} \delta_{jl} + \frac{E_k - E_c}{E_c} \frac{v_3 e_{ij} \mu_3 e_{kl}}{D^*} (2\mu_1 e_{kk} + \mu_2 e_{ll}) \right], & i \neq j, k \neq l, i, j, k, l = 1, 2 \\ D^* &= 2(1-\mu_c^2) e_i^2 - D v_0 \frac{E_k - E_c}{E_0}; \end{aligned} \quad (16)$$

Уравнения в приращениях, в основе которых лежат эволюционные соотношения для материала с наведенной неоднородностью, своей «однородной» частью, при «замороженном» времени представляют уравнения устойчивости с позиций концепции равноактивной бифуркации.

Входящие в тензоры констант уравнений состояния теории наведенной неоднородности параметры E_c и E_k в отличие от деформационной теории пластичности в приращениях являются секущим и касательным модулями «объективной» диаграммы деформирования, а значит они зависят не только от напряженно-деформированного состояния материала в точке объема, но и от функций деградации, то есть меняются во времени через деградационные функции, для которых решается начальная задача Коши (кинетические уравнения). При переходе из состояния S_n инкрементальной теории в состояние S_{n+1} при фиксированной величине внешних нагрузок этот переход обусловлен процессом деградации материала, то есть изменение E_c и E_k определяется кинетикой деградации. При этом компоненты тензора констант упругого эквивалента в каждый фиксированный момент отражают степень деградации материала.

Таким образом, нелинейные уравнения теории наведенной неоднородности позволяют решать задачи бифуркационной устойчивости сжатых и сжато-изогнутых тонкостенных элементов, а также других склонных к потере устойчивости конструктивных систем на основе критерия равноактивной бифуркации, именно этому критерию соответствуют получаемые уравнения в вариациях. Определяемое при этом критическое время взаимодействия материала и внешнего воздействия при заданной

истории процесса соответствует наивысшему моменту времени, при котором процесс деформирования конструкции во времени становится неустойчивым.

Среди известных подходов и концепций устойчивости изложенный бифуркационный подход с четким формализмом представляется предпочтительным для данного класса исследований. Задачи данного класса характерны многократной нелинейностью основных соотношений: нелинейность и необратимость деформирования материала, геометрическая нелинейность конструкций, устойчивость которых исследуется, нелинейность кинетических уравнений, связность процесса деформирования и деградации материала. В данных задачах, как правило, важно исследовать, гарантировать период безопасной эксплуатации, определить время до точки бифуркации процесса, которое зависит от многих факторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Петров В.В. Теория наведенной неоднородности и ее приложения к проблеме устойчивости пластин и оболочек / В.В. Петров, В.К. Иноземцев, Н.Ф. Синева. Саратов: СГТУ, 1996. 312 с.
2. Иноземцев В.К. Бифуркационный критерий устойчивости сооружений на деформируемом грунтовом основании / В.К. Иноземцев, Н.Ф. Синева // Известия вузов. Строительство. 2002. № 8. С. 16-22.
3. Иноземцев В.К. Устойчивость стержня Шенли в условиях наведенной неоднородности свойств материала во времени / В.К. Иноземцев, Н.Ф. Синева // Известия вузов. Строительство. 2002. № 10. С. 34-41.
4. Ключников В.Д. Лекции по устойчивости деформируемых систем / В.Д. Ключников. М.: Изд-во МГУ, 1986. 224 с.
5. Ключников В.Д. Устойчивость упругопластических систем / В.Д. Ключников. М.: Наука, 1980. 240 с.
6. Георгиевский Д.В. Устойчивость процессов деформирования по наборам мер относительно заданных классов возмущений / Д.В. Георгиевский // Изв. РАН. МТТ. 1997. № 2. С. 69-92.
7. Георгиевский Д.В. Устойчивость процессов деформирования вязкопластических тел / Д.В. Георгиевский. М.: «УРСС», 1998. 176 с.

Синева Нина Федоровна – доктор технических наук, профессор кафедры «Инженерные изыскания и информационные технологии в строительстве» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Nina F. Sineva – Dr. Sc., Professor
Department of Engineering Investigations and Information Technologies in Civil Engineering
Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 25.10.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 539.3

С.П. Павлов, М.В. Жигалов, Т.В. Бабенкова

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ФОРМЫ КОНСОЛИ ПО КРИТЕРИЮ ЖЕСТКОСТИ

Получены необходимые условия оптимальности формы внешней границы консоли по критерию жесткости при одновременном воздействии как механических, так и тепловых нагрузок. В результате численного эксперимента получен ряд оптимальных форм консоли.

Оптимизация формы, термоупругость, анализ чувствительности, критерий оптимальности

S.P. Pavlov, M.V. Zhigalov, T.V. Babenkova

MATHEMATICAL MODELING AND OPTIMIZATION OF THE CONSOLE SHAPE USING RIGIDITY CRITERION

The necessary conditions for optimal forms of the outer console boundary have been obtained using rigidity criterion under simultaneous impact of both mechanical and

thermal loads. A number of optimal console forms have been developed as a results of a series of experiments.

Shape optimization, thermoelasticity, sensitivity analysis, optimal criterion

Рассматривается задача оптимизации однородной области, находящейся в плоском деформированном состоянии, которая подвержена как механическим, так и температурным нагрузкам. При этом считается, что температурное поле при изменении формы в процессе оптимизации границы упругой области также изменяется за счет изменения условий теплообмена. В результате изначально несвязанная задача термоупругости становится связанной через условия оптимальности.

Учет влияния этого фактора является одной из основных целей данной работы.

Рассмотрим консоль, находящуюся в плоском деформированном состоянии (рис. 1) и изгибаемую силой P , которая приложена в точке A . Требуется найти оптимальную форму внешней границы по критерию прочности. Верхняя и нижняя границы консоли свободны от механической нагрузки, но могут быть подвержены тепловой нагрузке. Левый край консоли зашпелен. Требуется минимизировать величину перемещения u_2 вдоль оси OY для точки A посредством оптимизации границы $\Gamma_2 + \Gamma_3$ при условии, что площадь поперечного сечения не превосходит заданной величины.

Функционал цели в этом случае принимает вид

$$J(\Gamma^t) = \int_{\Gamma^t} u_2(x) \delta(x - x_0) ds, \tag{1}$$

где x_0 – радиус вектор точки A и $\delta(x - x_0)$ – функция Дирака. Выражение для градиента функционала (1) при изменении формы внешней границы получим с использованием методики анализа чувствительности, подробно описанной в [1].

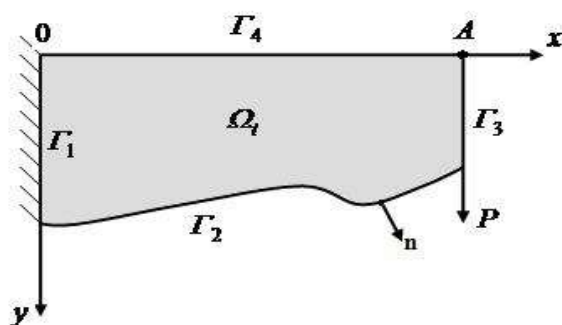


Рис. 1. Поперечное сечение консоли в плоском деформированном состоянии

Функции отклика должны удовлетворять соотношениям Коши, уравнениям состояния и равновесия

$$\varepsilon_{ij} = \frac{1}{2}(u_{i,j} + u_{j,i}); \tag{2}$$

$$\sigma_{ij} = c_{ijkl}(\varepsilon_{kl} - \alpha_{kl}^T \theta), \sigma_{ij}^e = c_{ijkl} \varepsilon_{kl}, \tag{3}$$

где θ – температура;

$$\sigma_{ij,j} = 0, \tag{4}$$

$$\sigma_{ij} n_j |_{\Gamma_2 + \Gamma_4} = 0, \sigma_{1j} n_j |_{\Gamma_3} = 0, \sigma_{2j} n_j |_{\Gamma_3} = P \delta(x - x_0), \tag{5}$$

$$u_i = 0 \text{ на } \Gamma_1. \tag{6}$$

Температура θ , входящая в (3), удовлетворяет соотношениям:

$$\varphi_i = -\theta_{,i}, q_i = \lambda_{ij} \varphi_j. \tag{7}$$

Здесь q_i – полные потоки тепла, которые удовлетворяют следующей краевой задаче

$$q_{i,i} = 0, \tag{8}$$

$$q_i n_i |_{\Gamma_1} = 0, \theta |_{\Gamma_4} = 0, \theta |_{\Gamma_2, \Gamma_3} = 1. \tag{9}$$

Для сопряженной задачи получаем следующие соотношения [1]:

$$\varepsilon_{ij}^* = (u_{i,j}^* + u_{j,i}^*)/2, \quad \sigma_{ij}^* = c_{ijkl} \varepsilon_{kl}^*. \quad (10)$$

При этом σ_{ij}^* удовлетворяет тому же уравнению, что и σ_{ij}

$$\sigma_{ij,j}^* = 0. \quad (11)$$

Граничные условия принимают вид

$$\sigma_{ij}^* n_j \Big|_{\Gamma_2 + \Gamma_4} = 0, \quad \sigma_{1j}^* n_j \Big|_{\Gamma_3} = 0, \quad \sigma_{2j}^* n_j \Big|_{\Gamma_3} = -\delta(x - x_0), \quad (12)$$

$$u_i^* = 0 \text{ на } \Gamma_1. \quad (13)$$

Аналогичные соотношения получаем для тепловой задачи:

$$\varphi_i^* = -\theta_{,i}^*, \quad q_i^* = \lambda_{ij} \varphi_j^*, \quad (14)$$

$$q_{i,i}^* - c_{ijkl} \alpha_{kl} \varepsilon_{ij}^* = 0. \quad (15)$$

Граничные условия задаются теперь в виде

$$q^* = q_i^* n_i = 0 \text{ на } \Gamma_1 \text{ и } \theta^* = 0 \text{ на } \Gamma_2 + \Gamma_3 + \Gamma_4. \quad (16)$$

С учетом этих замечаний выражение производной для функционала (1) принимает вид

$$j(\Gamma^t) = \int_{\Gamma^t} \left\{ \sigma_{ij}^* \varepsilon_{ij}^* + q_i \varphi_i^* + q \theta_{,n}^* + q^* \theta_{,n} \right\} V_n ds. \quad (17)$$

Здесь для общности все соотношения записаны через тензоры c_{ijkl} , α_{kl}^T , λ_{ij} и учтено, что на границе $\Gamma_2 + \Gamma_3 + \Gamma_4$ сопряженная температура $\theta^* = 0$, а оптимизируемая граница $\Gamma^t = \Gamma_2 + \Gamma_3$ совпадает с границами Γ_σ и Γ_θ .

Интегралы по границе Γ^t могут быть упрощены. Действительно, $q \theta_{,n}^* = q_i \theta_{,i}^* = -q_i \varphi_i^*$. Кроме того, как следует из задач (2)-(6) и (10)-(13), сопряженные деформации ε_{ij}^* связаны с истинными деформациями ε_{ij} соотношением $\varepsilon_{ij}^* = -\varepsilon_{ij}/P$. Поэтому окончательно получаем

$$j(\Gamma^t) = \int_{\Gamma^t} \left\{ -\frac{1}{P} \sigma_{ij} \varepsilon_{ij} + q^* \theta_{,n} \right\} V_n ds. \quad (18)$$

В частности, при отсутствии температурной нагрузки

$$j(\Gamma^t) = -\frac{1}{P} \int_{\Gamma^t} \sigma_{ij} \varepsilon_{ij} V_n ds. \quad (19)$$

Выражения (18) и (19) можно упростить дополнительно за счет того, что искомая граница не нагружена. Если ввести локальную систему координат $\mathbf{n}, \boldsymbol{\tau}$, то

$$\sigma_{ij} \varepsilon_{ij} = \sigma_{nn} \varepsilon_{nn} + \sigma_{n\tau} \varepsilon_{n\tau} + \sigma_{\tau\tau} \varepsilon_{\tau\tau}.$$

Однако $\sigma_{nn} = 0$, $\sigma_{n\tau} = 0$ согласно граничным условиям. В результате

$$\sigma_{ij} \varepsilon_{ij} = \sigma_{\tau\tau} \varepsilon_{\tau\tau}. \quad (20)$$

Более того, $\varepsilon_{\tau\tau}$ легко вычисляются в методе граничных элементов через узловые значения перемещений, а напряжения в изотропном случае определяются для плоского деформированного состояния соотношением

$$\sigma_{\tau\tau} = 2G \varepsilon_{\tau\tau} / (1 - \nu) - 2G \alpha^T \theta / (1 - \nu)^2 \quad (21)$$

Таким образом, окончательно из (18) следует

$$j(\Gamma^t) = \int_{\Gamma^t} \left\{ \left[-\frac{2G \varepsilon_{\tau\tau}}{(1 - \nu)} - \frac{2G \alpha^T \theta}{(1 - \nu)^2} \right] \varepsilon_{\tau\tau} / P - \lambda \theta_{,n}^* \theta_{,n} \right\} V_n ds. \quad (22)$$

Отсюда при ограничении на площадь поперечного сечения получаем необходимое условие оптимальности

$$\left(\frac{2G \varepsilon_{\tau\tau}}{(1 - \nu)} - \frac{2G \alpha^T \theta}{(1 - \nu)^2} \right) \varepsilon_{\tau\tau} / P + \lambda \theta_{,n}^* \theta_{,n} \Big|_{\Gamma^t} = const. \quad (23)$$

Для чисто упругой задачи при отсутствии температуры

$$j(\Gamma^t) = -\frac{1 - \nu}{2GP} \int_{\Gamma^t} \sigma_{\tau\tau}^2 V_n ds \quad (24)$$

и критерий оптимальности принимает вид

$$\sigma_{\tau\tau} = const. \quad (25)$$

То есть оптимальная конструкция должна быть равно напряженной. Этот результат согласуется, в частности с результатами [2].

При других условиях теплообмена, когда на границе заданы потоки тепла, необходимое условие оптимальности будет отличаться от (22). Так, если на границе $\Gamma_2 + \Gamma_3$ задан поток тепла, то есть $q_i n_i|_{\Gamma_2, \Gamma_3} = -1$, то граничные условия в сопряженной задаче изменяются на следующие:

$$q^* = q_i^* n_i = 0 \text{ на } \Gamma_1 + \Gamma_2 + \Gamma_4 \text{ и } \theta^* = 0 \text{ на } \Gamma_4. \quad (26)$$

Теперь оптимизируемая граница $\Gamma^t = \Gamma_2 + \Gamma_3$ в выражении (22) совпадает с границами Γ_σ и Γ_q .

С учетом этих замечаний из выражения (22) получаем следующее значение производной функционала цели (1):

$$j(\Gamma^t) = \int_{\Gamma^t} \{ \sigma_{ij} \varepsilon_{ij}^* + q_i \varphi_i^* + K \theta^* \} V_n ds, \quad (27)$$

где K – кривизна границы; V_n – скорость перемещения границы Γ^t в направлении нормали.

Это выражение необходимо привести к виду удобному для вычислений по методу граничных элементов. Из равенства $q_i \varphi_i^* = -q \theta_{,n}^* - q_{,t} \theta_{,t}^*$, следует, что, так как $\theta_{,n}^* = 0$ то для изотропного случая $q_i \varphi_i^* = -\lambda \theta_{,t} \theta_{,t}^*$. Первое слагаемое в (27) преобразуется аналогично (20). Поэтому окончательно получаем

$$j(\Gamma^t) = \int_{\Gamma^t} \left\{ - \left(2G\varepsilon_{\tau\tau}/(1-\nu) - 2G\alpha^T \theta / (1-\nu)^2 \right) \varepsilon_{\tau\tau} / P - \lambda \theta_{,t} \theta_{,t}^* + K \theta^* \right\} V_n ds. \quad (28)$$

Значения $\theta_{,t}^*$, $\theta_{,t}$ легко вычисляются в методе граничных элементов через узловые значения температур в локальной системе координат \mathbf{n}, \mathbf{t} .

Заметим, что в отличие от (22) в это выражение уже входит значение кривизны границы. Критерий оптимальности теперь принимает вид

$$\left(2G\varepsilon_{\tau\tau}/(1-\nu) - 2G\alpha^T \theta / (1-\nu)^2 \right) \varepsilon_{\tau\tau}^* / P + \lambda \theta_{,t} \theta_{,t}^* - K \theta^* \Big|_{\Gamma^t} = const. \quad (29)$$

Для поиска оптимальной формы границы методом проекции градиента необходимо решить три задачи: задачу (7)-(9) о распределении истинного температурного поля θ ; задачу о напряженно-деформированном состоянии тела (2)-(6); задачу о распределении сопряженного температурного поля (14)-(16), или (14), (15) и (26), где $\varepsilon_{ij}^* = -\varepsilon_{ij}/P$.

Основная и сопряженная задача теплопроводности решались МГЭ. Задача о напряженно-деформированном термоупругом состоянии тела решалась также МГЭ.

Управление границей области производилось по следующему алгоритму.

Если уравнение границы Γ^t имеет вид $y = y(x)$, и точка A зафиксирована, то неизвестной является лишь функция $y(x)$, и поэтому $\Omega_t = \Omega_y$, $J(\Gamma^t) = J(y)$. В этом случае, очевидно, $y(x)$ принадлежит бесконечномерному пространству.

Введем параметр t и определим

$$y_t(x) = y_0(x) + t \mu_t(x), \quad (30)$$

где $\mu_t(x)$ – возмущение границы. Теперь $j(t) = J(y_t(x))$ и необходимо вычислить производную $\dot{j}(t)$ в этом конкретном случае.

Предположим, что существует скорость преобразования границы Γ_2 такая, что $\mathbf{v}_t = 0$ на границах $\Gamma_1, \Gamma_3, \Gamma_4$. Тогда вектор скорости \mathbf{v}_t имеет координаты $\{0, \mu_t(x)\}$, $x \in [0, l]$. На границе $\Gamma^t \equiv \Gamma_2$ легко находятся координаты нормального вектора \mathbf{n}_t внешнего по отношению к области, которые выражаются через функцию $y(x)$:

$$\mathbf{n}_t = \frac{1}{\sqrt{1+(y'_t)^2}} \{-y'_t, 1\}.$$

Теперь нормальная составляющая скорости трансформирования области V_n определяется соотношением

$$V_n = \frac{\mu_t(x)}{\sqrt{1+(y'_t)^2}}. \quad (31)$$

Согласно (22) или (28) с учётом (31) получим

$$j(t) = \int_0^l \left\{ - \left(2G\varepsilon_{\tau\tau} / (1-\nu) - 2G\alpha^T \theta / (1-\nu)^2 \right) \varepsilon_{\tau\tau} / P - \lambda \theta_{,n}^* \theta_{,n} \right\} \mu_t(x) dx \quad (32)$$

или

$$j(t) = \int_0^l \left\{ - \left(2G\varepsilon_{\tau\tau} / (1-\nu) - 2G\alpha^T \theta / (1-\nu)^2 \right) \varepsilon_{\tau\tau} / P - \lambda \theta_{,\tau}^* \theta_{,\tau} + K\theta^* \right\} \mu_t(x) dx. \quad (33)$$

Здесь учтено, что $ds = \sqrt{1+(y'_t)^2} dx$.

На основании этих алгоритмов был создан комплекс программ на языке FORTRAN, который и используется далее для решения различных примеров.

Для задачи оптимизации формы рассмотрены три вида термомеханического нагружения:

а) чисто упругая задача – температурное поле отсутствует;

б) комбинированное термомеханическое нагружение – на границах $\Gamma_1 - \Gamma_4$ заданы следующие граничные условия $\frac{\partial \theta}{\partial n} \Big|_{\Gamma_1} = \theta \Big|_{\Gamma_4} = 0, \theta \Big|_{\Gamma_2, \Gamma_3} = 1$;

в) комбинированное термомеханическое нагружение – на границах Γ_1, Γ_4 заданы те же граничные условия $\frac{\partial \theta}{\partial n} \Big|_{\Gamma_1} = \theta \Big|_{\Gamma_4} = 0$, на границах Γ_2, Γ_3 задан поток тепла $\frac{\partial \theta}{\partial n} \Big|_{\Gamma_2, \Gamma_3} = 1$.

Ниже, на рис. 2-4 приведены формы нижней границы консоли для различных типов теплового нагружения до (пунктирная линия) и после (сплошная линия) оптимизации при длине $l = 2$. Полученный выигрыш в уменьшении прогиба по сравнению с исходной конструкцией подсчитывался по формуле $\left| \frac{J_0 - J_{opt}}{J_0} \right| \cdot 100\%$, где J_0 – значение функции цели (1) до оптимизации, J_{opt} – значение функции цели, полученное после оптимизации.

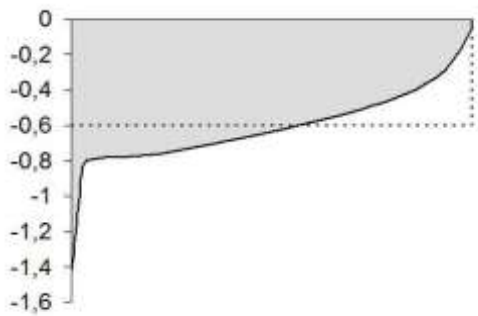


Рис. 2. Оптимальная форма нижней границы в отсутствии температуры (случай а). Выигрыш составляет 80,7%

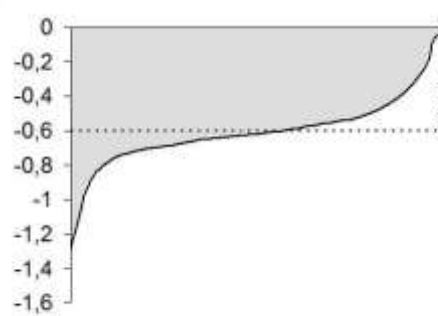


Рис. 3. Оптимальная форма нижней границы при комбинированной нагрузке (случай б). Выигрыш составляет 98,5%

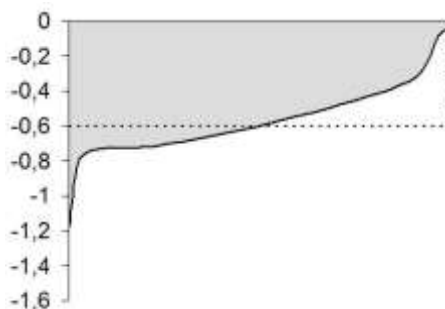


Рис. 4. Оптимальная форма нижней границы при комбинированной нагрузке (случай в) Выигрыш составляет 98,7%

Как видно, при комбинированном нагружении за счет оптимизации формы можно достичь большего, почти на 20%, увеличения жесткости конструкции по сравнению с исходной прямоугольной формой.

Проанализируем выполнение необходимых условий оптимальности (25). На рис. 5 показано распределение величины $\sigma_{\tau\tau}$ вдоль оптимизируемой границы. Сплошная линия соответствует оптимальной форме, пунктирная – исходной форме консоли.

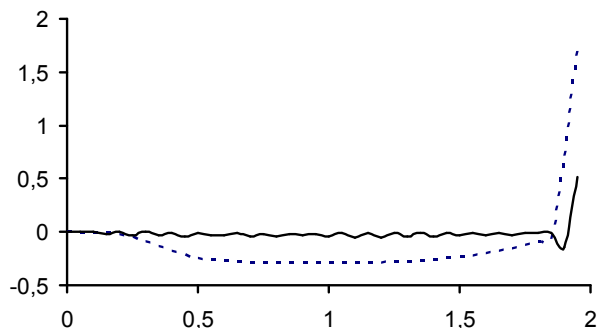


Рис. 5. Поведение $\sigma_{\tau\tau}$ вдоль нижней границы консоли

Как видно, условие постоянства $\sigma_{\tau\tau}$ нарушается лишь вблизи правого конца консоли. Это объясняется действием дополнительных геометрических ограничений в виде неисчезновения толщины консоли при $l = 2$, которое дополнительно было использовано в этих задачах.

В случае б (соотношение (23)) наблюдается тот же эффект. Необходимое условие оптимальности нарушается только на правом конце. Аналогично выглядит поведение величины (29) при комбинированном нагружении в случае в.

Приведенные результаты показывают, что учет изменяемости температурного поля при оптимизации границы существенно меняет ее форму по сравнению с упругой задачей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Павлов С.П. Оптимизация формы термоупругих тел / С.П. Павлов, В. А.Крысько. Саратов : СГТУ, 2000. 160 с.
2. Баничук Н.В. Оптимизация в задачах теории упругости с неизвестными границами / Н.В. Баничук, В.Г. Бельский, В.В. Кобелев // Известия АН СССР. Механика твердого тела. 1984. № 3. С. 46-52.

Павлов Сергей Петрович – доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры «Математика и моделирование» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Sergey P. Pavlov – Dr. Sc., Associate Professor
Department of Mathematics and Modeling
Gagarin Saratov State Technical University

Жигалов Максим Викторович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Математика и моделирование» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Maksim V. Zhigalov – Ph. D., Associate Professor
Department of Mathematics and Modeling
Gagarin Saratov State Technical University

Бабенкова Татьяна Валентиновна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Математика и моделирование» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Tatyana V. Babenkova – Ph. D., Associate Professor
Department of Mathematics and Modeling
Gagarin Saratov State Technical University

С.П. Павлов, М.В. Жигалов, Т.В. Бабенкова

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ
ВНЕШНЕЙ ГРАНИЦЫ ЦАПФЫ ПО КРИТЕРИЮ ПРОЧНОСТИ**

Аппарат сопряженных переменных применяется для анализа чувствительности в задаче оптимизации формы в плоской задаче термоупругости. Получены необходимые условия оптимальности. Приведены численные примеры.

Оптимизация формы, термоупругость, анализ чувствительности, критерий оптимальности

S.P. Pavlov, M.V. Zhigalov, T.V. Babenkova

**MATHEMATICAL MODELING AND OPTIMIZATION
OF THE TRUNNION EXTERNAL BORDERS USING DURABILITY CRITERION**

The apparatus of conjugate variables is used to analyze sensitivity for shape optimization in the plane problem of thermoelasticity. The necessary optimal conditions have been obtained. Numerical examples are given.

Shape optimization, thermoelasticity, sensitivity analysis, optimality criterion

Плоское напряженное состояние при плоском температурном поле $\theta(x, y, t)$ реализуется в тонкой пластине, срединная поверхность которой расположена в плоскости XOY , а поверхности $z = \pm h$ свободны от внешних сил. Без существенной погрешности можно считать, что в такой пластине каждая плоскость, параллельная плоскости XOY , свободна от напряжений.

Рассмотрим пластину, находящуюся в плоском напряженном состоянии (рис. 1). Край АВ пластины закреплён, остальные грани свободны от нагрузки. По контуру FE внутри отверстия приложена растягивающая сила в направлении оси OX, продольная составляющая которой изменяется по закону $F_x(\varphi) = \cos^2 \varphi$ при $\varphi \in [-\pi/2, \pi/2]$. Внутри отверстия действует поток тепла Q , на внешнем контуре задана температура.

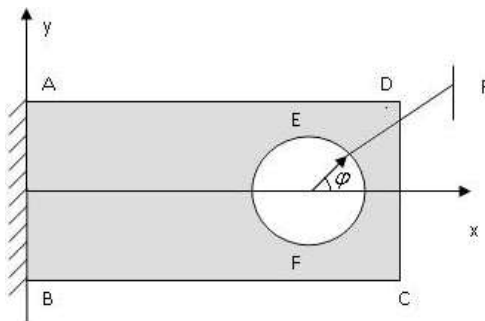


Рис. 1. Исходная форма пластины

Требуется минимизировать величину максимального касательного напряжения (критерий Треска)

$$\tau_{\max} = \sqrt{\frac{(\sigma_{11} - \sigma_{22})^2}{2} + 2\sigma_{12}^2} \quad (1)$$

за счет изменения формы внешней границы при условии, что площадь, занимаемая пластиной, не превосходит заданной величины.

В этой задаче мы имеем дело с локальным критерием:

$$J = \max_{x \in \Omega} \tau_{\max}(x) = \|\tau_{\max}\|_C. \quad (2)$$

Для локальных функционалов такого типа разработаны приближенные методы редукции к задачам с интегральными функционалами. Один из них [1] основан на близости нормы в пространстве непрерывных функций $\|g\|_C$ норме на пространстве L^p функций, интегрируемых с p -й степенью при достаточно больших значениях p . Учитывая это, можно приближенно заменить (2) функционалом

$$J_p = \left(\frac{1}{m(\Omega)} \int_{\Omega} |g|^p d\Omega \right)^{1/p}, \quad (3)$$

где $m(\Omega)$ – мера множества Ω , которая в нашем случае является константой в силу ограничения.

Функционал цели (1) тогда может быть взят в виде

$$J_p(\Gamma^t) = \int_{\Omega_t} \tau_{\max}^{2p} d\Omega. \quad (4)$$

Обозначим границу $AB : \Gamma_1$, границу $BCDA : \Gamma_2$ и границу $EF : \Gamma_3$. Для вывода необходимых условий оптимальности и анализа чувствительности функционала (4) к изменению формы внешней границы применим аппарат сопряженных переменных, подробно изложенный в [2].

Функции отклика должны удовлетворять соотношениям Коши, уравнениям состояния и равновесия

$$\varepsilon_{ij} = \frac{1}{2}(u_{i,j} + u_{j,i}); \quad (5)$$

$$\sigma_{11} = \frac{E}{1-\nu^2}(\varepsilon_{11} + \nu \varepsilon_{22}) - \frac{E}{1-\nu} \alpha^T \theta, \quad (6)$$

$$\sigma_{22} = \frac{E}{1-\nu^2}(\varepsilon_{22} + \nu \varepsilon_{11}) - \frac{E}{1-\nu} \alpha^T \theta,$$

$$\sigma_{12} = \frac{E}{1-\nu^2} \varepsilon_{12},$$

где θ – температура;

$$\sigma_{ij,j} = 0, \quad (7)$$

$$\sigma_{ij} n_j \Big|_{\Gamma_2} = 0, \quad \sigma_{1j} n_j \Big|_{\Gamma_3} = F_x(\varphi) \quad \sigma_{2j} n_j \Big|_{\Gamma_3} = 0, \quad (8)$$

$$u_i = 0 \text{ на } \Gamma_1. \quad (9)$$

Температура θ , входящая в (6), удовлетворяет соотношениям:

$$\varphi_i = -\theta_{,i}, \quad q_i = \lambda \varphi_i. \quad (10)$$

Здесь q_i – полные потоки тепла, которые удовлетворяют следующей краевой задаче

$$q_{i,i} = 0, \quad (11)$$

$$\theta \Big|_{\Gamma_1+\Gamma_2} = 0, \quad q_i n_i \Big|_{\Gamma_3} = Q. \quad (12)$$

Как показано в [2], сопряженная нагрузка

$$f_i^* = 0 \text{ в } \Omega_t \quad (13)$$

и значения начальных сопряженных напряжений:

$$\sigma_{11}^{*I} = p \tau_{\max}^{2p-2} \left(\frac{E}{1+\nu} \right)^2 (\varepsilon_{11} - \varepsilon_{22}), \quad (14)$$

$$\sigma_{22}^{*I} = -p \tau_{\max}^{2p-2} \left(\frac{E}{1+\nu} \right)^2 (\varepsilon_{11} - \varepsilon_{22}),$$

$$\sigma_{12}^{*I} = 4p \tau_{\max}^{2p-2} \left(\frac{E}{1+\nu} \right)^2 \varepsilon_{12} \text{ в } \Omega_t.$$

Далее, следует, что

$$\varepsilon_{ij}^{*I} = 0 \text{ в } \Omega_t, \quad u_i^{*0} \Big|_{\Gamma_1} = 0, \quad F_i^* \Big|_{\Gamma_2+\Gamma_3} = 0. \quad (15)$$

Для сопряженных значений тепловой задачи получаем следующие соотношения:

$$q_0^* = c_{ijk} \alpha^T \varepsilon_{ij}^*, \quad q_i^{*I} = 0, \quad \varphi_i^{*I} = 0 \text{ в } \Omega_t \quad (16)$$

и

$$\theta_0^* \Big|_{\Gamma_1+\Gamma_2} = 0, \quad Q^* \Big|_{\Gamma_3} = 0. \quad (17)$$

Сопряженные напряжения и деформации при этом связаны соотношениями:

$$\varepsilon_{ij}^* = (u_{i,j}^* + u_{j,i}^*)/2, \quad (18)$$

$$\begin{aligned}\sigma_{11}^* &= \frac{E}{1-\nu^2}(\varepsilon_{11}^* + \nu \varepsilon_{22}^*) + \sigma_{11}^{*I}, \\ \sigma_{22}^* &= \frac{E}{1-\nu^2}(\varepsilon_{22}^* + \nu \varepsilon_{11}^*) + \sigma_{22}^{*I}, \\ \sigma_{12}^* &= \frac{E}{1-\nu^2} \varepsilon_{12}^* + \sigma_{12}^{*I}.\end{aligned}\quad (19)$$

Сопряженные напряжения σ_{ij}^* являются решениями краевой задачи

$$\sigma_{ij,j}^* = 0 \quad (20)$$

с граничными условиями:

$$u_i^*|_{\Gamma_1} = 0, \quad t_i^* = \sigma_{ij}^* n_j|_{\Gamma_2 + \Gamma_3} = 0. \quad (21)$$

Аналогичные соотношения для сопряженной тепловой задачи для изотропного тела определяются равенствами:

$$\varphi_i^* = -\theta_{,i}^*, \quad q_i^* = \lambda \varphi_i^*, \quad (22)$$

$$q_{i,i}^* - c_{ijkl} \alpha^T \varepsilon_{ij}^* = 0. \quad (23)$$

Граничные условия задаются теперь в виде

$$\theta^*|_{\Gamma_1 + \Gamma_2} = 0, \quad q^* = q_i^* n_i|_{\Gamma_3} = 0. \quad (24)$$

Так как $\sigma_{kk}^{*I} = 0$, уравнение (23) может быть записано в виде

$$q_{i,i}^* - \alpha^T \sigma_{ii}^* = 0. \quad (25)$$

С учетом этих замечаний из (4) получаем следующее выражение для производной функционала цели по параметру t трансформации формы границы

$$j_p(\Gamma^t) = \int_{\Gamma^t} \left\{ \tau_{\max}^{2p} + \sigma_{ij}^* \varepsilon_{ij}^* + q^* \theta_{,n} \right\} V_n ds. \quad (26)$$

Здесь учтено, что на границе $\Gamma_1 + \Gamma_2$ сопряженная температура $\theta^* = 0$, а оптимизируемая граница $\Gamma^t = \Gamma_2$ совпадает с границами Γ_σ и Γ_θ . Так как оптимизируемая граница не нагружена, то получаем в локальной системе координат $\mathbf{n}, \boldsymbol{\tau}$:

$$j_p(\Gamma^t) = \int_{\Gamma^t} \left\{ \left(\frac{\sigma_{\tau\tau}^2}{2} \right)^p + \sigma_{\tau\tau}^* \varepsilon_{\tau\tau}^* - \lambda \theta_{,n}^* \theta_{,n} \right\} V_n ds, \quad (27)$$

где

$$\sigma_{\tau\tau} = 2G\varepsilon_{\tau\tau}/(1-\nu) - 2G\alpha^T \theta/(1-\nu)^2.$$

Отсюда следует необходимое условие оптимальности при ограничении на неизменность площади пластины

$$\left(\frac{\sigma_{\tau\tau}^2}{2} \right)^p + \sigma_{\tau\tau}^* \varepsilon_{\tau\tau}^* - \lambda \theta_{,n}^* \theta_{,n} \Big|_{\Gamma^t} = const. \quad (28)$$

При отсутствии температуры для чисто механической нагрузки сопряженные деформации $\varepsilon_{\tau\tau}^*$ линейно связаны с $\sigma_{\tau\tau}^*$. Это следует из (14), (19). Поэтому критерий оптимальности принимает известный вид

$$\sigma_{\tau\tau} = const. \quad (29)$$

Для поиска оптимальной формы границы методом проекции градиента необходимо решить четыре задачи: задачу (10)-(12) о распределении истинного температурного поля θ ; задачу о реальном напряженно-деформированном состоянии тела (5)-(9); задачу о сопряженном напряженно-деформированном состоянии тела (18)-(21) и задачу о распределении сопряженного температурного поля θ^* (22)-(24). После этого вычисляется градиент (27).

Основная и сопряженная задачи теплопроводности решались по МГЭ. Задача о напряженно-деформированном термоупругом состоянии тела решалась также МГЭ.

Для расчетов была взята пластина с безразмерными значениями: $BC = 2$, $AB = 1,45$, $R = 0,4$. Площадь пластины ограничена площадью исходной области $S = 2,9 - 0,16\pi$. Материал пластины считается однородным и изотропным. Пластина симметрична относительно оси OX , поэтому при численном расчете методом граничных элементов рассматривалась только ее нижняя половина. Для дискретизации области использовались линейные граничные элементы, количество которых выбиралось из условий необходимой точности. В расчетах использовались 100 граничных элементов – для внешней границы и 20 – для внутренней границы.

Для оптимизации использовался метод проекции градиента. Градиент вычислялся по соотношению (27), где $V_n ds = \mu_t(x) dx$, $y(x) = \mu_t(x)$ – форма нижней границы.

Кроме ограничений на площадь, учитывались дополнительные геометрические ограничения в виде: $y(x) - R \geq 0,1$. Эти ограничения гарантируют непересечение внешней границы с границей отверстия.

Перед процедурой оптимизации для исходной конструкции подбиралось значение степени p в функционале цели (4) с таким расчетом, чтобы достичь большего соответствия с критерием (2). В результате выбрано значение $p = 6$.

Для этого класса задач решены две задачи для различных типов термомеханического нагружения:

а) чисто упругая задача – на границе Γ_1 определены условия жесткой заделки $u = 0, v = 0$, граница Γ_2 свободна от нагрузки, на границе Γ_3 приложена растягивающая сила в направлении оси OX , продольная составляющая которой изменяется по закону $F_x(\varphi) = \cos^2 \varphi$, $\varphi \in [-\pi/2, \pi/2]$, температурное поле отсутствует;

б) комбинированное термомеханическое нагружение – на границе Γ_1 определены условия жесткой заделки $u = 0, v = 0$, граница Γ_2 свободна от нагрузки, на границе Γ_3 приложена растягивающая сила в направлении оси OX , продольная составляющая которой изменяется по закону $F_x(\varphi) = \cos^2 \varphi$, $\varphi \in [-\pi/2, \pi/2]$. На границах Γ_1 и Γ_2 задана температура $\theta_0 = 0$, на границе Γ_3 – поток тепла Q .

Для чисто упругой задачи а рассмотрены три случая расположения отверстия: справа – центр отверстия находится в точке с координатами $x = 1,4$; $y = 0$, в центре – центр отверстия находится в точке с координатами $x = 1$; $y = 0$ и слева – центр отверстия находится в точке с координатами $x = 0,6$; $y = 0$.

На рис. 2 приведена форма пластины. Максимальное значение τ_{max} достигается на нижней части границы отверстия. Полученный выигрыш в уменьшении максимальных касательных напряжений по сравнению с исходной конструкцией для первого случая расположения отверстия составляет 19,4%.

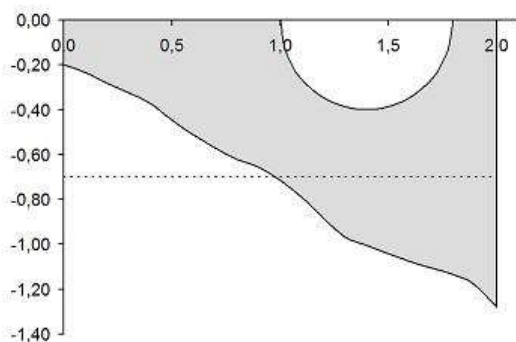


Рис. 2. Оптимальная форма пластины при отсутствии температурного поля

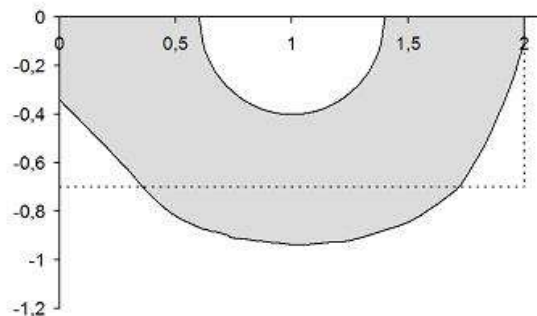


Рис. 3. Оптимальная форма пластины при отсутствии температурного поля

То же представлено на рис. 3, когда отверстие находится в центре пластины. Выигрыш при этом меньше и составляет 15,2%.

На рис. 4 рассмотрен случай, когда отверстие находится у левого края пластины. Выигрыш в этом случае равен 13,6%.

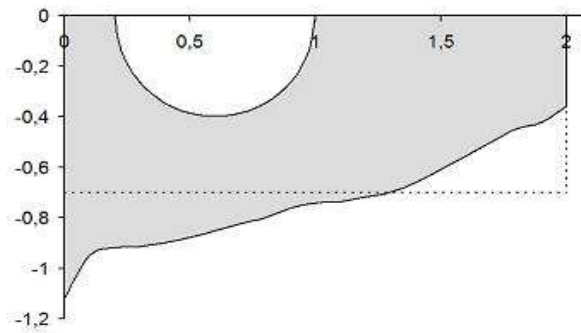


Рис. 4. Оптимальная форма пластины при отсутствии температурного поля

После оптимизации форма пластины становится похожей в зеркальном отображении на форму пластины, полученной в первом случае (отверстие справа).

Отметим, что полного выравнивания напряжений на оптимизируемой границе не наблюдается ни в одном из этих случаев из-за наличия кроме изопараметрического условия дополнительных геометрических ограничений. Для центрального расположения отверстия, когда эти ограничения не нарушены, условие (29) выполняется.

Для задачи б с комбинированным термомеханическим нагружением оптимизация проводилась только для отверстия, расположенного у правого края пластины с центром в точке $x = 1,4; y = 0$. Эта конфигурация исходной конструкции была выбрана потому, что у нее получен наибольший выигрыш в отсутствии тепловой нагрузки. Оптимальная форма границы была получена для значения интенсивности нормированного потока тепла $Q = 4$ на границе Γ_3 .

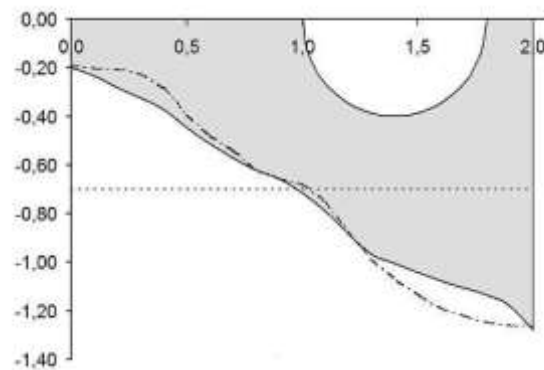


Рис. 5. Оптимальная форма пластины при наличии температурного поля

На рис. 5 показана форма оптимальной конфигурации границы для комбинированного нагружения при $Q = 4$ (штрихпунктирная линия), сплошной линией для сравнения показана оптимальная граница при отсутствии температурного поля. Уменьшение максимального касательного напряжения достигается в этом случае на 27,9%.

Как видно, оптимальные формы границы в отсутствии и при наличии температурного поля отличаются. Более того, при комбинированном нагружении максимальные касательные напряжения удается снизить на 8,5% больше по сравнению с упругой задачей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баничук Н. В. Оптимизация форм упругих тел / Н.В. Баничук. М. : Наука, 1980. 255 с.
2. Павлов С. П. Оптимизация формы термоупругих тел / С.П. Павлов, В.А. Крысько. Саратов: СГТУ, 2000. 160 с.

Павлов Сергей Петрович –
доктор физико-математических наук, доцент,
профессор кафедры «Математика
и моделирование» Саратовского
государственного технического университета
имени Гагарина Ю.А.

Sergey P. Pavlov –
Dr. Sc., Associate Professor
Department of Mathematics and Modeling
Gagarin Saratov State Technical University

Жигалов Максим Викторович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Математика и моделирование» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Maksim V. Zhigalov – Ph. D., Associate Professor Department of Mathematics and Modeling Gagarin Saratov State Technical University

Бабенкова Татьяна Валентиновна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Математика и моделирование» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Tatyana V. Babenkova – Ph. D., Associate Professor Department of Mathematics and Modeling Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 24.10.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 539.3

С.М. Шляхов, А.В. Мозжилин

АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПОРИСТОЙ БАЛКИ-ПЛАСТИНЫ В КОНСТРУКЦИОННО СВЯЗАННОЙ ЗАДАЧЕ ЧИСТОГО ИЗГИБА

Представлены численное исследование и анализ НДС балки прямоугольного сечения, нагруженной изгибающим моментом, выполненной из двух различных пористых материалов – пористого железа и пористой керамики. Показано, что учет зависимости пористости от НДС даст существенную поправку к решению поставленной задачи.

Пористость, балка прямоугольного сечения, напряженное состояние

S.M. Shlyakhov, A.V. Mozzhilin

ANALYSIS OF THE INTENSE CONDITION OF A POROUS BEAM-PLATE IN THE CONSTRUCTION-CONNECTED PROBLEM OF PURE BEND

Numerical research and analysis of the intense-deformed condition of a beam with rectangular section loaded with the bending moment, and made of two different porous materials – porous iron and porous ceramics. It has been proved that the dependence of porosity on the intense-deformed condition will provide solution to the problem.

Porosity, beam of rectangular section, intense condition

В [1] дана постановка конструкционно-связанной задачи и получено решение по оценке максимальных напряжений при чистом изгибе балки-пластины, выполненной из пористого материала с цилиндрическими капиллярными каналами (рис. 1).

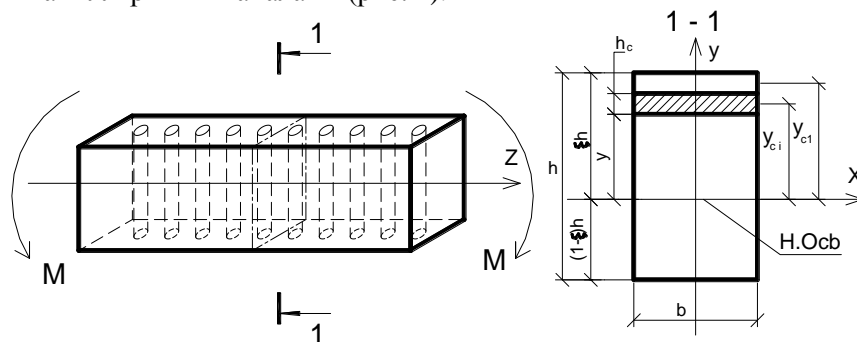


Рис. 1. Схема нагружения бруса

Выявлено влияние нормальных напряжений на пористость и получена формула

$$P = P_0 \left(1 - \frac{\sigma}{E}\right) \left(1 + 3 \frac{\sigma}{E}\right); \quad (1)$$

где P_0 – начальная пористость, E – модуль Юнга «сплошного» материала.

Представлена эмпирическая формула для зависимости « E » от пористости:

$$E = E_0 \cdot (1 - a_1 \cdot P + a_2 \cdot P^2); \quad (2)$$

Получена расчетная формула для нормальных напряжений в балке по модели многослойного бруса:

$$\sigma(y) = \frac{E(y) \cdot M}{\sum_{k=1}^n E_i \left(\frac{b \cdot h_i^3}{12} + b \cdot h_i \cdot y_{ci}^2 \right)}; \quad (3)$$

где y – координата, отсчитываемая от нейтрального слоя. Положение нейтральной оси определяется зависимостью:

$$\xi = \left(\frac{\frac{E_1 h_1^2}{2} + \sum_{i=2}^n \{E_i \cdot h_i \cdot [\frac{h_i}{2} + \sum_{k=1}^{n-i-1} (h_k)]\}}{h \cdot \sum_{i=1}^n (E_i \cdot h_i)} \right). \quad (4)$$

В данной статье приведены исследования напряженного состояния для двух материалов балки:

1) Балка, выполненная из высокоглиноземистой керамики (90=95% Al₂O₃) с характеристиками:

- a. $E_0 = 4,208 \cdot 10^5$ МПа.
- b. $a_1 = 1,9$ $a_2 = 0,9$;
- c. Нагружающий момент $M = 11$ кНм;
- d. $b = 60$ мм; $h = 100$ мм.

Материал балки подчиняется линейному закону деформирования вплоть до момента разрушения.

2) Балка, выполненная из малоуглеродистой стали с характеристиками:

- a. $E_0 = 2,06 \cdot 10^5$ МПа.
- b. $a_1 = 1,91$ $a_2 = 0,19$;
- c. Нагружающий момент $M = 7,6$ кНм;
- d. $b = 60$ мм; $h = 100$ мм.

Материал балки принимаем линейно-деформируемым до появления текучести.

У большинства типов керамических материалов роль микроструктуры сводится в основном к влиянию пористости. Имеющиеся поры уменьшают площадь поперечного сечения материала, к которой приложена нагрузка, и действуют так же, как концентраторы напряжений (у изолированной сферической поры напряжение повышается в 2 раза). На опыте обнаруживается, что прочность пористой керамики оказывается пониженной и меняется с повышением пористости примерно экспоненциально. По этому поводу предлагалось несколько соответствующих эмпирических зависимостей. Например, формула Рыжкевича:

$$\sigma = \sigma_0 \cdot e^{(-nP)}. \quad (5)$$

Из опытных данных представлен закон изменения предела текучести стали [3] и временного сопротивления керамики [4] от пористости на рис. 2.

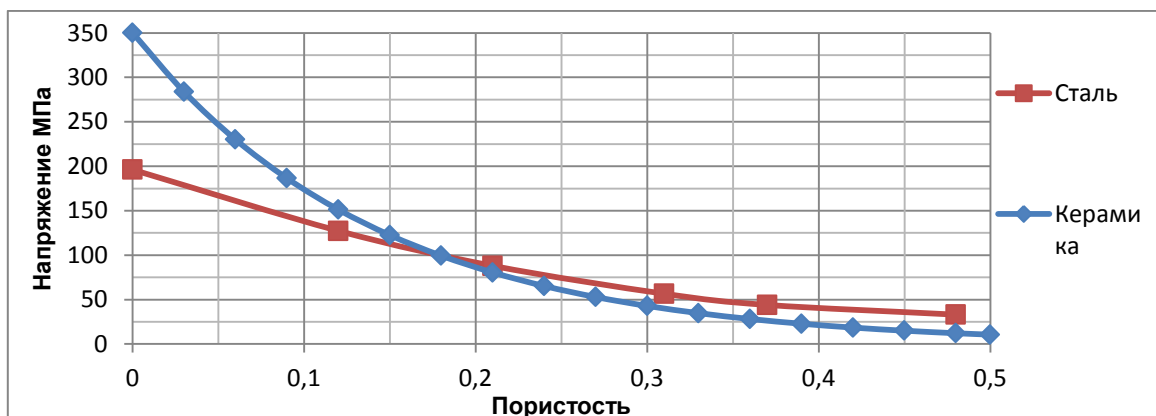


Рис. 2. Аппроксимированная кривая зависимости предела текучести стали и временного сопротивления керамики от пористости

Расчет проводится для двух приближений: первого (учет зависимости пористости от НДС) и второго. Дается сравнение решения с НДС сплошного бруса.

Известно, что увеличение (уменьшение) пористости приводит к существенному изменению физико-механических свойств материала [2]. Вводя в расчетную схему измененные от пористости упругие характеристики, можно вести оценку НДС конструкции с позиции механики сплошных неоднородных сред.

Рассмотрим определение напряжений.

Закон изменения пористости от напряжений представлен на рис. 2 в [1].

Соответственно на основании (2) меняется жесткость бруса при изгибе и происходит смещение нейтральной линии в сторону сжатых волокон.

Воспользуемся формулой (3) и определим напряжения в изгибаемом элементе:

Путем анализа НДС малоуглеродистой стальной балки при изгибе с различной пористостью получаем зависимость максимальных напряжений в сжатой и растянутой зонах (рис. 3).

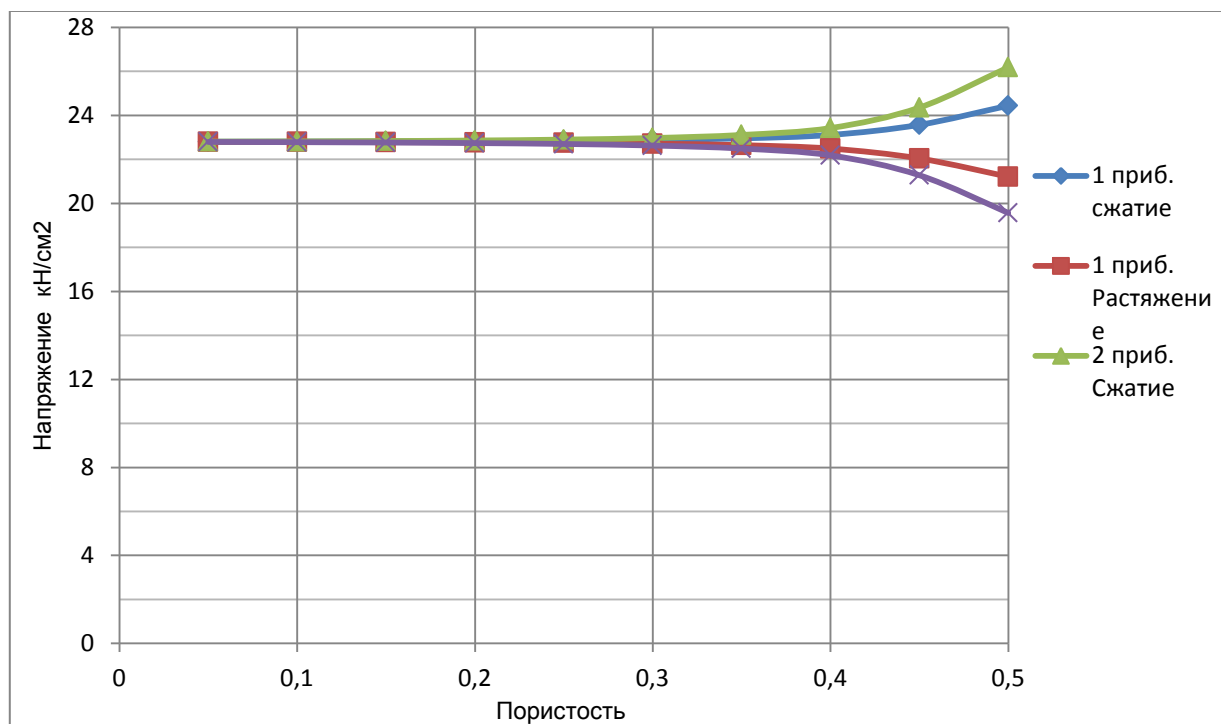


Рис. 3. Зависимость абсолютного значения напряжения от пористости

Решение ограничивается $\sigma_{max} = \sigma_T = 3,44 \text{ кН/см}^2$ (рис. 2), а превышение этого уровня говорит о переходе в нелинейную область деформирования. Анализ результатов показывает, что при $P=0,45$ и

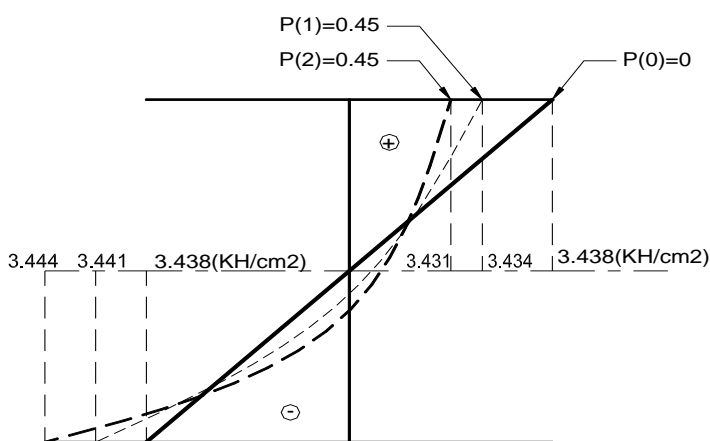


Рис. 4. Характер изменения напряжений по высоте сечения

изгибающем моменте $M=114,4 \text{ (Нсм)}$ учет зависимости пористости от НДС дает уточнение в первом приближении на 0,0966 %, а во втором приближении изменения 0,192 %. Дальнейшее увеличение пористости (например, при $P>0,45$ изменения $>0,192 \%$) приводит к нелинейному характеру изменения напряжений, вследствие чего требует исследования изгиба балки по нелинейной теории упругости.

Путем анализа изгиба керамической балки с различной пористостью получаем зависимость максимальных напряжений в сжатой и растянутой зонах, отраженную на рис. 5.

Рассмотрен пример балки из пористой керамики $\sigma_B = 4,28 \text{ кН/см}^2$ (рис. 2), нагру-

женной моментом $M=140 \text{ (Нсм)}$. Как видно из диаграммы, что при пористости $P=0,3$ учет зависимости пористости от НДС дает уточнение на 0,023%, а при уточнении при втором приближении изме-

нения 0,045%. Дальнейшее увеличение пористости (например при $P > 0,3$ изменения $> 0,045\%$) приводит к хрупкому разрушению.

Таким образом, представлено решение конструктивно-связанной задачи теории упругости для балки из пористого материала с учетом зависимости пористости от НДС бруса. Численный анализ показал, что влияние пористости на НДС конструкции возрастает с ростом пористости и ограничивается прочностью (текучестью) материала.

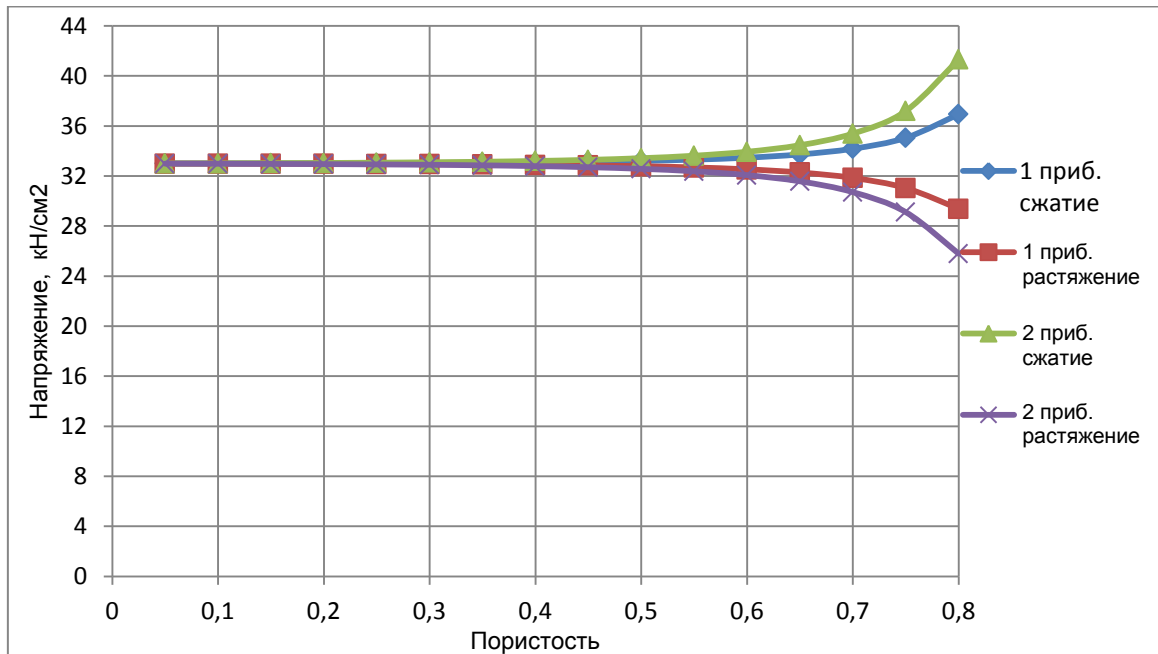


Рис. 5. Зависимость напряжения от пористости

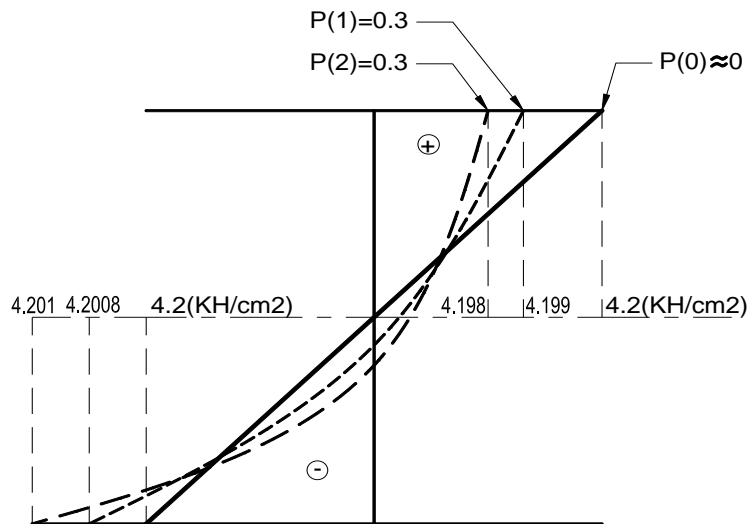


Рис. 6. Характер изменения напряжений по высоте сечения

ЛИТЕРАТУРА

1. Шляхов С.М. О влиянии нормальных напряжений на сквозную пористость материала балки-пластины при изгибе / С.М. Шляхов, С.М. Можжилин // Проблемы прочности элементов конструкций под воздействием нагрузок и рабочих сред: межвуз. сб. научн. ст. Саратов: СГТУ, 2011. С. 35-38.
2. Кашталян Ю.А. Характеристики упругости материалов при высоких температурах / Ю.А. Кашталян. Киев: Наукова думка, 1970. 112 с.
3. Белов С.В. Пористые металлы в машиностроении / С.В. Белов. М.: Машиностроение, 1981. 247 с.
4. Кингери У.Д. Введение в керамику / У.Д. Кингери. М.: Стройиздат, 1967. 500 с.

Шляхов Станислав Михайлович – доктор физико-математических наук, профессор кафедры «Механика деформируемого твердого тела» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Stanislav M. Shlyahov – Dr. Sc., Professor
Department of Mechanics of Deformable Rigid Body
Gagarin Saratov State Technical University

Мозгилин Александр Владимирович – аспирант кафедры «Механика деформируемого твердого тела» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Aleksandr V. Mozgilin – Postgraduate,
Department of Mechanics of Deformable Rigid Body
Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 15.10.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 539.3

С.М. Шляхов

ОБ УЧЕТЕ ВНУТРЕННЕГО ТРЕНИЯ ПРИ ИЗГИБНЫХ КОЛЕБАНИЯХ ЦЕМЕНТИРОВАННЫХ ВАЛОВ

Рассмотрена схема учета потерь на внутреннее трение при изгибных колебаниях цементированных валов, основанная на модели Н.Н. Давиденкова.

Внутреннее трение, изгибные колебания, цементированные валы

S.M. Shlyakhov

CONSIDERING INTERNAL FRICTION UNDER BENDING VIBRATIONS OF THE CEMENTED SHAFT

The N.N. Davidenkov model has been used to consider the losses at internal friction under bending vibrations of the cemented shafts.

Internal friction, consider bending vibrations, cemented shaft

Рассмотрим сплошной вал радиусом $r = R_2$ и длиной L , подверженный равномерной по длине цементации (поверхностного науглероживания) (рис. 1а).

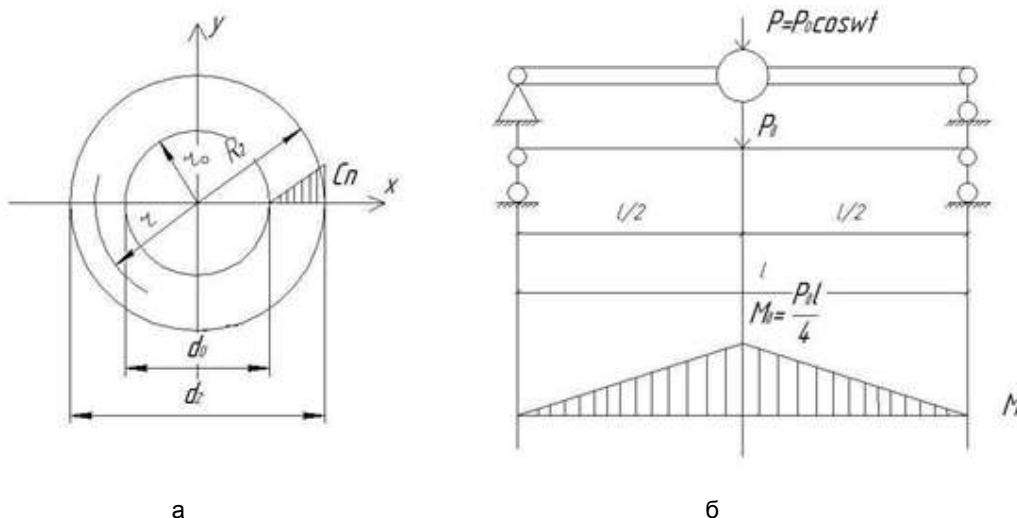


Рис. 1

Брус находится под воздействием гармонической возмущающей силы. Потери энергии за один цикл в стали, вызванные внутренним трением при одноосном напряженном состоянии, равны [1]

$$\mathcal{G} = \frac{\bar{c}}{3^{m/2}} \sigma^m \quad (1)$$

здесь \mathcal{G} – энергия, рассеиваемая за один цикл в единице объема, $m = 2,3$ [1]; \bar{c} – коэффициент, отражающий влияние углерода цементированного слоя на процесс рассеяния энергии [2]. Определяя рассеяние энергии за один цикл при изгибе, получаем

$$\Delta\Pi = \frac{\bar{c}}{3^{m/2}} \sigma^m \int_0^L \iint_A \sigma^m dx dy dz,$$

где нормальное напряжение в бресе представим в виде

$$\sigma = E(x, y) \frac{y}{\rho} = \frac{E(x, y) y M(z)}{\iint_A E(x, y) y^2 dx dy}. \quad (2)$$

На основании (2) получаем

$$\Delta\Pi = \frac{\bar{c}}{3^{m/2}} \left[\iint_A \frac{(E(x, y) y)^m dx dy}{\iint_A E(x, y) y^2 dx dy} \right] \int_0^L [M(z)]^m dz. \quad (3)$$

Здесь $M(z)$ – изгибающий момент, как функция « z », зависит от вида нагружения и закрепления балки.

Полная удельная потенциальная энергия деформации равна

$$W = \frac{\sigma^2}{2E(x, y)},$$

учитывая (2), имеем

$$W = \frac{E(x, y) y^2 M^2(z)}{2 \left[\iint_A E(x, y) y^2 dx dy \right]^2}, \quad (4)$$

Соответственно потенциальная энергия деформации Π вала определится как интеграл

$$\Pi = \int_0^L \iint_A W dx dy dz$$

или, используя (4), получим

$$\Pi = \frac{1}{2 \iint_A E(x, y) y^2 dA} \int_0^L M^2(z) dz. \quad (5)$$

Найдем величину коэффициента поглощения энергии ψ как отношение

$$\psi = \frac{\Delta\Pi}{\Pi}.$$

После соответствующих подстановок получим формулу

$$\psi = \frac{\bar{c}}{3^{m/2}} \frac{\iint_A [(E(x, y) y)^m dA] \int_0^L [M(z)]^m dz}{\left[\iint_A E(x, y) y^2 dA \right]^{m-1} \int_0^L M^2(z) dz}. \quad (6)$$

Полученная зависимость (6) коэффициента поглощения дает энергетическую оценку потерь на внутреннее трение, но не позволяет построить график зависимости коэффициента динамического нарастания колебаний β от соотношения частот собственных и вынужденных колебаний.

Поэтому условно заменим внутреннее трение эквивалентным ему вязким трением. Условием эквивалентности двух видов трения примем энергетический баланс. Считаем, что амплитуда вынужденных колебаний равна амплитуде колебаний соответствующей системы с линейным затуханием, если работа сил сопротивления за цикл обеих систем одинакова.

Запишем коэффициент динамического нарастания колебаний β в виде [1]

$$\beta = \frac{P_{\delta}}{P_0} = \frac{1}{\sqrt{\left[1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2\right]^2 + \left[\frac{\psi(P_{\delta})}{2\pi}\right]^2}}, \quad (7)$$

где P_0 – амплитуда силы, ω_0 – частота собственных колебаний, ω – частота вынужденных колебаний.

Рассмотрим конкретную расчетную схему: балку постоянного сечения, лежащую на двух опорах с грузом в середине (рис. 1 б).

Изгибающий момент вычисляем по формуле

$$M(z) = \frac{P_{\delta}z}{2} \quad 0 \leq z \leq \frac{l}{2}$$

здесь $P_{\delta} = P_0\beta$, P_0 – амплитуда возмущающей силы, P_{δ} – динамическое усилие.

Входящие в (6) интегралы по длине бруса будут равны

$$\int_0^l [M(z)]^2 dz = \frac{P_{\delta}^2 l^3}{48}; \quad \int_0^l [M(z)]^m dz = \frac{P_{\delta}^m l^{m+1}}{2^{2m} (m+1)} \quad (8)$$

Распределение углерода С в цементированном слое аппроксимируем линейной функцией. Соответственно получим

$$c_1 = const, \quad 0 \leq r \leq r_0, \\ c_2(r) = c_1 + \frac{c_{II} - c_1}{R_2 - r_0} (r - r_0), \quad r_0 \leq r \leq R_2.$$

Среднее по сечению значение коэффициента \bar{c} будет равно

$$\bar{c} \approx \frac{1}{2} \left\{ c_1 + \frac{1}{R_2 - r_0} \int_{r_0}^{R_2} c_2(r) dr \right\}. \quad (9)$$

Для модуля Юнга E принимается зависимость

$$E = E_0 \quad 0 \leq r \leq r_0 \quad E(r) = E_0 - k_0 \frac{C_{II}}{R_2 - r_0} (r - r_0) \quad (10)$$

здесь E_0 – модуль Юнга сердцевины сечения, k_0 – эмпирический коэффициент, C_{II} – содержание углерода в поверхностном слое вала.

Подставляя (8) в (6), получим выражение для ψ в виде

$$\psi = \frac{2\bar{c}}{3^{m/2}} \frac{\iint_A \{E(x, y)y\}^m dA}{\left\{ \iint_A E(x, y)y^2 dA \right\}^{m-1}} \frac{P_{\delta}^{m-2} l^{m-2} 48}{2^{2m} (m+1)} \quad (11)$$

Интегралы по площади сечения, входящие в (11) в полярной системе координат, имеют вид

$$\iint_A E(x, y)y^2 dA = \frac{\pi E_0 d_1^4}{64} + \pi \int_{d_0/2}^{d_2/2} E(r)r^3 dr \\ \iint_A E(x, y)y^m dA = 4 \left\{ \int_0^{d_0/2} \int_0^{d_0/2} E_0 r^m (\sin \varphi)^m r d\varphi dz + \int_{d_0/2}^{d_2/2} \int_0^{d_2/2} E(r)r^m (\sin \varphi)^m r d\varphi dr \right\}$$

Как следует из формулы (11), значение коэффициента ψ зависит от неизвестной динамической нагрузки P_{δ} т.е. $\psi = \psi(P_{\delta})$, поэтому поиск β предлагается вести методом последовательных приближений [2].

При точном значении $P_{\text{дин}}$ из (7) получим уравнение

$$P_{\delta} - \frac{P_0}{\sqrt{\left[1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2\right]^2 + \left[\frac{\psi(P_{\delta})}{2\pi}\right]^2}} = 0. \quad (12)$$

При фиксированном значении $\frac{\omega}{\omega_0}$, изменяя $P_{\text{дин}}$ шаговым методом, используя (11), добиваемся соблюдения условия (12), т.е. определяем $P_{\text{дин}}$.

Искомое значение β будет равно

$$\beta = \frac{P_\delta}{P_0}.$$

Наиболее опасной является зона

$$0,8 \leq \frac{\omega}{\omega_0} \leq 1,2.$$

В частности, для резонансной зоны $\frac{\omega}{\omega_0} = 1$, получаем

$$P_\delta = P_0 \beta = \frac{P_0}{\psi(P_\delta)}.$$

Определение частоты собственных колебаний ω_0 цементированного бруса представляет самостоятельную задачу и, как показали исследования [2], наличие слоя науглероживания снижает величину ω_0 по сравнению с ненауглероженным брусом.

Окончательно в расчете на прочность имеем

$$M_\delta(\max) = \frac{P_\delta l}{4}, \quad \sigma_l(\max) = \frac{P_\delta l}{4W_x} \leq [\sigma].$$

Таким образом, предложенная схема расчета позволяет найти конечное значение коэффициента динамичности β и выполнить расчет прочности для фиксированной частоты возмущающей нагрузки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Расчеты на прочность в машиностроении / С.Д. Пономарев, В.Л. Бидерман, К.К. Лихарев, Н.Н. Малинин, В.И. Феодосьев. М.: Машгиз, 1959. Т. 3. 1078 с.
2. Шляхов С.М. Потери на внутреннее трение при крутильных колебаниях (при чистом сдвиге) цементированных валов / С.М. Шляхов, И.А. Казаковцев // Проблемы прочности элементов конструкций под действием нагрузок и рабочих сред: сб. науч. тр. Саратов: СГТУ, 2008. С. 18-24.

Шляхов Станислав Михайлович – доктор физико-математических наук, профессор кафедры «Механика деформируемого твердого тела» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Stanislav M. Shlyahov – Dr. Sc., Professor
Department of Mechanics of Deformable Rigid Body
Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 15.10.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 517.957

А.И. Землянухин, А.В. Бочкарев

ТОЧНОЕ РЕШЕНИЕ ОБОБЩЕННОГО ЭВОЛЮЦИОННОГО УРАВНЕНИЯ НЕЛИНЕЙНОЙ ВОЛНОВОЙ ДИНАМИКИ

Построение точных решений нелинейных уравнений в частных производных, возникающих в приложениях, является сложной и актуальной проблемой. В задачах нелинейной волновой динамики возникают нелинейные эволюционные уравнения, аналитическая структура которых многократно усложняется при учете всех реальных факторов.

Обобщенное эволюционное уравнение, задачи нелинейной волновой динамики

A.I. Zemlyanukhin, A.V. Bochkarev

ACCURATE SOLUTION FOR GENERALIZED EVOLUTION EQUATIONS OF NONLINEAR WAVE DYNAMICS

Construction of accurate solutions for nonlinear partial differential equations arising in applications is a challenging problem. In tasks of nonlinear wave dynamics appear nonlinear evolution equations with the analytical structure becoming more complicated many times under all the real factors.

Partial evolution equation, tasks of nonlinear wave dynamics

Рассмотрим нелинейное эволюционное пространственно-двумерное уравнение с постоянными коэффициентами, обобщающее известное уравнение Кадомцева – Петвиашвили и не интегрируемое при помощи метода обратной задачи рассеяния:

$$(u_t + c_1 u^2 u_x + c_2 u u_{xxx} + c_3 u_x u_{xx} + c_4 u_{xxx} + c_5 u_{xxxxx})_x = c_6 u_{yy}, \tag{1}$$

где c_i – постоянные, а нижний буквенный индекс обозначает дифференцирование по соответствующей независимой переменной.

Для упрощения уравнения перейдём к новым переменным

$$t' = t \frac{c_1^{3/2} c_4^{5/2}}{c_3^3}, u' = u \frac{c_3}{c_4}, x' = x \frac{\sqrt{c_1 c_4}}{c_3},$$

$$y' = y \frac{c_1}{c_3^2} \sqrt{\frac{c_4^3}{c_6}}, \alpha = \frac{c_2}{c_3}, \beta = \frac{c_1 c_5}{c_3^2}.$$

в которых оно примет вид (штрихи опускаем):

$$(u_t + u^2 u_x + \alpha u u_{xxx} + u_x u_{xx} + u_{xxx} + \beta u_{xxxxx})_x = u_{yy} \tag{2}$$

Будем решать уравнение (2) с помощью метода простейших уравнений [1]. Так как нас интересуют уединённо-волновые решения, в качестве простейшего уравнения используем уравнение Риккати

$$Y_z = -Y^2 + aY + b \tag{3}$$

с решением

$$Y(z) = \frac{1}{2} a + \frac{\sqrt{4b + a^2}}{2} \tanh \left[\frac{1}{2} \sqrt{4b + a^2} (z + C_2) \right],$$

где a и b будут определены позднее из переопределённой системы уравнений, C_2 – произвольный параметр.

Перепишывая уравнение (2) в переменных бегущей волны $u(x, y, t) \equiv u(z)$, $z = x + k_1 y - C_0 t$, после однократного интегрирования, получаем

$$-(C_0 + k_1^2)u + \frac{1}{3}u^3 + \frac{1}{2}(1 - \alpha)u_z^2 + \alpha u u_{zz} + u_{zz} + \beta u_{zzzz} = 0. \tag{4}$$

Подставляя $u = Az^\alpha$ в уравнение, содержащее только доминантные члены $\frac{1}{3}u^3 + \beta u_{zzzz} = 0$,

находим порядок сингулярности общего решения уравнения (2) – $\alpha = 2$. Таким образом, точное решения будем искать в виде

$$u(z) = A_0 + A_1 Y + A_2 Y^2 + B_1 \left(\frac{Y_z}{Y} \right) + B_2 \left(\frac{Y_z}{Y} \right)^2, \tag{5}$$

где A_i, B_i – произвольные постоянные.

С учетом (3) получаем

$$u(z) = (A_2 + B_2)Y^2 + (A_1 - B_1 - 2aB_2)Y + A_0 + aB_1 + B_2(a^2 - 2b) + \frac{bB_1 + 2abB_2}{Y} + \frac{B_2 b^2}{Y^2}. \tag{6}$$

Подставляя (6) в (2) и приравнивая члены с одинаковой степенью Y_z , получаем переопределённую систему уравнений. При произвольных коэффициентах α и β решение системы очень гро-

моздко, поэтому выберем конкретные значения коэффициентов $\alpha=1$, $\beta=1/5$. Сама система также громоздка, поэтому выпишем только первые два уравнения:

$$\begin{aligned} (144B_2 - 36B_2^2 - 2B_2^3)b^7 &= 0 \\ (-5B_1B_2^2 - 40B_1B_2 - 24B_1 - 166aB_2^2 - 12zB_2^3 - 528aB_2)b^6 &= 0 \end{aligned} \quad (7)$$

Её решение имеет вид

$$\begin{aligned} a &= \sqrt{-4b + \sqrt{-5 + 5C_0 + 5k_1^2}}, \\ A_0 &= 1 + 12b - \sqrt{-5 + 5C_0 + 5k_1^2}, \\ A_1 &= 12\sqrt{-4b + \sqrt{-5 + 5C_0 + 5k_1^2}}, \\ A_2 &= -12, \\ B_0 &= B_1 = B_2 = 0. \end{aligned} \quad (8)$$

Подставляя найденные коэффициенты в разложение (6) с учётом (3), получаем решение уравнения (2) в виде

$$u(x, y, t) = 2K + 1 - 3K \tanh^2 \left(\frac{\sqrt{K}}{2} (x + k_1 y - C_0 t) \right), \quad (9)$$

$$K = \sqrt{5(C_0 + k_1^2 - 1)},$$

где C_0 и k_1 – произвольные постоянные, для которых выполняется соотношение $C_0 + k_1^2 \geq 1$.

График решения при $C_0 = 1/5$, $k_1=1$ имеет вид (рис. 1)

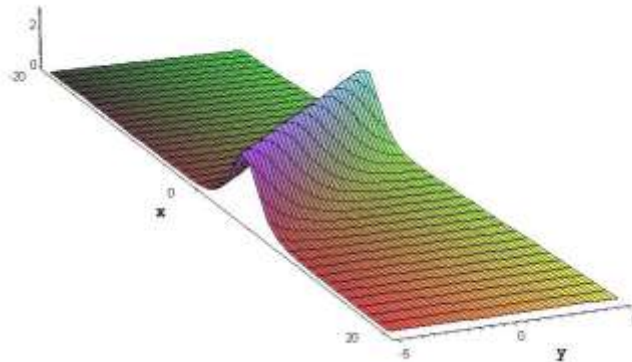


Рис. 1. Точное решение

Для верификации полученного решения оно было выбрано в качестве начального условия в численном эксперименте. Вычисления проводились с помощью полунейвной псевдоспектральной схемы [2] с параметрами: 256×64 – размерность сетки; $\Delta x = 0.25$ – длина шага по x ; $\Delta y = 0.25$ – длина шага по y ; $\Delta t = 0.001$ – длина шага по времени.

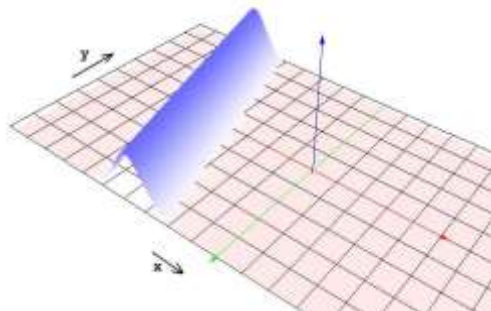


Рис. 2. (t=0)

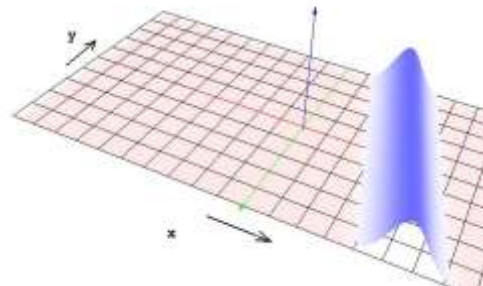


Рис. 3. (t=20)

Фронт уединённой волны распространяется без возмущений в положительном направлении оси x (рис. 2, 3), что говорит о достоверности полученного аналитического решения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кудряшов Н.А. Simplest equation method to look for exact solutions of nonlinear differential equations / Н.А. Кудряшов // Chaos, Solitons and Fractals 24 (2005) 1217-1231.
2. Ерофеев В.И. Нелинейные продольные магнитоупругие волны в стержне / В.И. Ерофеев, А.И. Землянухин, В.М. Катсон // Нелинейный мир. 2009. № 7. Т. 7.

Землянухин Александр Исаевич –
доктор физико-математических наук, профессор,
заведующий кафедрой «Прикладная математика
и системный анализ»
Саратовского государственного технического
университета имени Гагарина Ю.А.

Aleksandr I. Zemlyanukhin –
Dr. Sc., Professor,
Head of Department of Applied Mathematics
and Systems Analysis,
Gagarin Saratov State Technical University

Бочкарев Андрей Владимирович –
кандидат технических наук, доцент
кафедры «Прикладная математика
и системный анализ»
Саратовского государственного технического
университета имени Гагарина Ю.А.

Andrey V. Bochkarev –
Ph. D., Associate Professor,
Department of Applied Mathematics
and System Analysis,
Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 24.10.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 539.3

Н.В. Овчинникова, Ю.В. Чеботаревский

**ВАРИАЦИОННОЕ УРАВНЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ КОНТИНУУМА
«ЖЕСТКИЙ ИНДЕНТОР – ДЕФОРМИРУЕМАЯ СРЕДА»**

Сформулирована контактная задача для исследования напряженно-деформированного состояния континуума «индентор – контактирующая с ним среда» с учетом искривления поверхности контакта в процессе деформирования. Получено вариационное уравнение движения континуума, без наложения каких-либо предварительных ограничений на геометрическую форму деформирующихся контактных поверхностей, геометрические соотношения и физические уравнения материалов тел его образующих. Рассмотрен частный случай индентора в виде абсолютно твердого тела.

Вариационное уравнение, континуум «индентор-деформируемая среда»

N.V. Ovchinnikova, U.V. Chebotarevsky

**VARIATIONAL EQUATION FOR MOTION OF THE CONTINUUM
«SOLID INDENTER – DEFORMABLE MEDIUM»**

A contact problem for the strain-stress analysis of the continuum «indenter – deformable medium» is formulated considering the curvature of deformed surfaces. The variational equation corresponding the stated problem is derived without any initial constraint on the geometrical form of deformed contact interfaces, strain-displacement relations or constitutive equations for materials of the bodies of the continuum. The article provides the case study of the rigid indenter.

Variational equation, continuum «indenter-deformable medium»

Реальные физико-механические процессы, происходящие в металлах при поверхностном упрочнении за счет контактного механического воздействия рабочего инструмента на обрабаты-

емый объект, настолько сложны и многообразны, что описать все аспекты специфики их протекания в рамках какой-то одной обобщенной расчетной математической модели не представляется возможным. Кроме того, в силу непреодолимых математических трудностей получить аналитические решения для такого рода задач в классической постановке даже при идеально-упругом поведении материалов рассматриваемых объектов и динамическом воздействии, как правило, не удастся. Поэтому при теоретическом исследовании таких процессов необходима разработка упрощенных подходов, учитывающих специфические особенности поведения материалов участвующих в процессе тел и позволяющих вместе с тем получить пригодные для практики результаты. Один из упрощающих подходов состоит в замене исходной задачи в классической постановке её вариационным аналогом, получаемым на основе дифференциального вариационного принципа Даламбера – Лагранжа для распределенной системы материальных точек, подчиненной неудерживающим связям, с последующим применением для решения последних численных методов, в том числе метода конечных элементов.

Целью настоящей работы является вывод вариационного уравнения движения континуума «индентор – контактирующая с ним среда» без наложения каких-либо предварительных ограничений на геометрическую форму деформирующихся контактных поверхностей, геометрические соотношения и физические уравнения материалов тел, его образующих.

В качестве исходной за основу примем математическую модель, предложенную в [1, 2], согласно которой в окрестностях локальной зоны контакта в обрабатываемой среде выделим некоторый объем в виде кругового цилиндра высоты h и радиуса R , к центру одной из торцевых поверхностей которого прикладывается рабочий инструмент в виде индентора со сферической рабочей поверхностью. Силовое воздействие рабочего органа на материал среды будем моделировать путем приложения к индентору направленного вдоль общей оси симметрии индентора и цилиндра динамического усилия $F(t)$. Будем полагать, что как упругие, так и пластические деформации материалов среды и индентора являются малыми и, что твердость материала рабочей поверхности индентора значительно выше твердости обрабатываемого материала. Выделяемой при взаимодействии контактирующих тел теплотой будем пренебрегать, считая процесс деформирования изотермическим.

Отнесем цилиндр и индентор к цилиндрической системе координат $O r \theta z$, расположив ее начало в центральной точке контактной поверхности и направив ось z вдоль общей оси симметрии индентора и цилиндра (рис. 1).

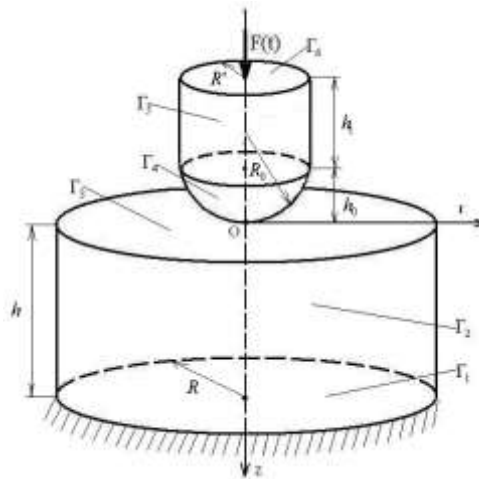


Рис. 1 Схема процесса ультразвукового упрочнения цилиндра

Исходя из физических соображений, будем считать, что нижняя торцевая поверхность выделенного объема среды Γ_1 жестко закреплена. Боковые поверхности индентора и среды Γ_5 и Γ_2 , а также верхняя торцевая поверхность среды Γ_3 и рабочая поверхность индентора Γ_4 , за исключением зоны контакта $\Gamma_c = \Gamma_3 \cap \Gamma_4$ (на рисунке не показана), свободны от внешней нагрузки.

При принятых допущениях задача о напряженно-деформированном состоянии континуума будет осесимметричной, в силу чего компоненты напряжений $\sigma_{r\theta} = \sigma_{\theta z} = 0$. С учетом этого в рамках классической теории напряжений движение его точек может быть описано уравнениями:

$$\frac{\partial \sigma_{rr}^I}{\partial r} + \frac{\sigma_{rr}^I - \sigma_{\theta\theta}^I}{r} + \frac{\partial \sigma_{rz}^I}{\partial z} = \rho^I \frac{d^2 u_r^I}{dt^2},$$

$$\frac{\partial \sigma_{zz}^l}{\partial z} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial}{\partial r} (r \sigma_{zr}^l) = \rho^l \frac{d^2 u_z^l}{dt^2}. \quad (1)$$

В уравнениях (1) приняты следующие обозначения:

- $\sigma_{ij}^l (i, j = r, \theta, z)$ – компоненты тензора напряжений;
- $u_i^l = u_i^l(r, z, t)$ – компоненты вектора перемещений;
- ρ^l – плотность материала среды или индентора.

Здесь и в дальнейшем наличие верхнего индекса $l = I$ или $l = II$ означает, что данная величина независимо от её физической природы относится соответственно либо к индентору, либо к среде.

Так как нижняя поверхность объема, ограничивающего среду, жестко закреплена, во всех её точках осевое смещение в направлении оси Oz должно быть равно нулю:

$$u_z^{II} = 0 \quad \text{при } (r, \theta, z) \in \Gamma_1. \quad (2)$$

Учитывая, что боковые поверхности индентора Γ_5 и среды Γ_2 свободны от внешней нагрузки, граничные условия на них зададим так:

$$\sigma_{rr}^l = \sigma_{r\theta}^l = \sigma_{rz}^l = 0 \quad (l = I, II) \quad \text{при } (r, \theta, z) \in \Gamma_2 \text{ и } \Gamma_5. \quad (3)$$

Полагая, что во избежание негативных локальных деформаций на верхней поверхности индентора Γ_6 сосредоточенное усилие $F(t)$ прикладывается к ней через некоторую абсолютно жесткую пластину, граничное условие на этой поверхности запишем в виде

$$\sigma_{zz}^l = -p(t), \quad \sigma_{rz}^l = 0 \quad \text{при } (r, \theta, z) \in \Gamma_6, \quad (4)$$

где $p(t)$ – равномерно распределенная нагрузка по верхней торцевой поверхности индентора, эквивалентная приложенной к нему сосредоточенной силе:

$$F(t) = 2\pi \int_0^{R_1} p(t) r dr. \quad (5)$$

Обозначим через σ_{nn}^l и $\sigma_{n\tau}^l$ ($l = I, II$) нормальные и касательные компоненты вектора напряжений на площадках перпендикулярных внешним нормальям деформированных поверхностей индентора и среды в области контакта и её окрестностях. Тогда граничные условия на участках поверхностей Γ_3 и Γ_4 , свободных от внешней нагрузки и не включающих зону контакта, могут быть записаны так:

$$\sigma_{nn}^{II} = \sigma_{n\tau}^{II} = 0 \quad \text{при } (r, \theta, z) \in \Gamma_3 \setminus \Gamma_c, \quad (6)$$

$$\sigma_{nn}^I = \sigma_{n\tau}^I = 0 \quad \text{при } (r, \theta, z) \in \Gamma_4 \setminus \Gamma_c, \quad (7)$$

Кинетические условия на поверхности контакта $\Gamma_c = \Gamma_3 \cap \Gamma_4$ с учетом отсутствия на ней сил трения сформулируем в виде

$$\sigma_{nn}^I = \sigma_{nn}^{II} \quad \text{при } (r, \theta, z) \in \Gamma_c, \quad (8)$$

$$\sigma_{n\tau}^I = \sigma_{n\tau}^{II} = 0 \quad \text{при } (r, \theta, z) \in \Gamma_c. \quad (9)$$

Очевидно, что напряжения σ_{nn}^l и $\sigma_{n\tau}^l$ ($l = I, II$) будут связаны с компонентами тензора напряжений $\sigma_{ij}^l (i, j = r, \theta, z)$ ($l = I, II$) известными соотношениями [3]:

$$\sigma_{nn}^l = n_z^l (\sigma_{zz}^l n_z^l + \sigma_{zr}^l n_r^l) + n_r^l (\sigma_{rz}^l n_z^l + \sigma_{rr}^l n_r^l); \quad (10)$$

$$\sigma_{n\tau}^l = n_z^l (\sigma_{rz}^l n_z^l + \sigma_{rr}^l n_r^l) - n_r^l (\sigma_{zz}^l n_z^l + \sigma_{zr}^l n_r^l), \quad (l = I, II) \quad (11)$$

где n_r^l и n_z^l ($l = I, II$) – направляющие косинусы главных внешних нормалей \bar{n}^I и \bar{n}^{II} деформированных поверхностей индентора и среды, включая и область контакта. Кроме кинетических условий (8) и (9), на поверхности контакта должны выполняться ещё и кинематические граничные условия:

$$u_n^l + u_n^{II} - \delta \leq 0, \quad (12)$$

где δ – начальный зазор между точками возможного контакта, а u_n^l ($l = I, II$) – нормальные составляющие их векторов перемещений, связанные с компонентами вектора перемещений u_r^l и u_z^l соотношениями:

$$u_n^l = u_r^l n_r^l + u_z^l n_z^l. \quad (l = I, II) \quad (13)$$

Очевидно, что приведенные выше соотношения (1)–(9) и (12) не содержат полную постановку задачи о напряженно-деформированном состоянии континуума, а являются лишь её частью. Но этих соотношений, как это будет показано ниже, вполне достаточно в качестве исходных для вывода вариационного уравнения его движения.

Введем в рассмотрение скорости движения точек континуума, связанные с перемещением его точек соотношениями:

$$v_r = \frac{du_r}{dt} = \dot{u}_r, \quad v_z = \frac{du_z}{dt} = \dot{u}_z. \quad (14)$$

Их вариации δv_r и δv_z всюду в объеме контактирующих тел будут произвольны за исключением ограничивающих их поверхностей с граничными условиями, заданными в перемещениях или в скоростях.

Для того чтобы получить вариационное уравнение движения континуума «индентор – среда» на основе вариационного принципа Даламбера – Лагранжа [2] эквивалентное исходной задаче, следуя [4], проведем следующие преобразования. Дифференциальные уравнения движения (1), описывающие поведение материалов индентора и среды, умножим на соответствующие вариации компонент вектора скорости δv_r^l и δv_z^l ($l = I, II$) и затем полученные выражения сложим. Интегрируя их по всему объему континуума V^I и V^{II} , имеем

$$\begin{aligned} \sum_{l=I,II} \int_{V^l} \left[\delta v_r^l \left(\frac{\partial \sigma_{rr}^l}{\partial r} + \frac{\sigma_{rr}^l - \sigma_{\theta\theta}^l}{r} + \frac{\partial \sigma_{rz}^l}{\partial z} - \rho^l \frac{d^2 u_r^l}{dt^2} \right) + \right. \\ \left. + \delta v_z^l \left(\frac{\partial \sigma_{zz}^l}{\partial z} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial}{\partial r} (r \sigma_{rz}^l) - \rho^l \frac{d^2 u_z^l}{dt^2} \right) \right] dV = 0 \end{aligned} \quad (15)$$

Преобразуем слагаемые, в подынтегральные выражения которых входят производные от напряжений по координатам r и z , следующим образом:

$$\int_{V^l} \delta v_r^l \frac{\partial \sigma_{rr}^l}{\partial r} r dr d\theta dz = \int_{V^l} \frac{\partial}{\partial r} (\delta v_r^l r \sigma_{rr}^l) r dr d\theta dz - \quad (l = I, II) \quad (16)$$

$$- \int_{V^l} r \sigma_{rr}^l \frac{\partial}{\partial r} (\delta v_r^l) r dr d\theta dz - \int_{V^l} \sigma_{rr}^l \delta v_r^l r dr d\theta dz$$

$$\int_{V^l} \delta v_r^l \frac{\partial \sigma_{rz}^l}{\partial z} r dr d\theta dz = \int_{V^l} \frac{\partial (\delta v_r^l r \sigma_{rz}^l)}{\partial z} r dr d\theta dz - \int_{V^l} r \sigma_{rz}^l \frac{\partial}{\partial z} (\delta v_r^l) r dr d\theta dz \quad (l = I, II) \quad (17)$$

$$\int_{V^l} \delta v_z^l \frac{\partial \sigma_{zz}^l}{\partial z} r dr d\theta dz = \int_{V^l} \frac{\partial (\delta v_z^l r \sigma_{zz}^l)}{\partial z} r dr d\theta dz - \int_{V^l} r \sigma_{zz}^l \frac{\partial}{\partial z} (\delta v_z^l) r dr d\theta dz \quad (l = I, II) \quad (18)$$

$$\int_{V^l} \delta v_z^l \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial}{\partial r} (r \sigma_{rz}^l) r dr d\theta dz = \int_{V^l} \frac{\partial}{\partial r} (\delta v_z^l r \sigma_{rz}^l) r dr d\theta dz - \int_{V^l} r \sigma_{rz}^l \frac{\partial}{\partial r} (\delta v_z^l) r dr d\theta dz \quad (19)$$

Полагая, что между координатами геометрических точек деформированных поверхностей индентора и среды существует однозначная зависимость, введем в рассмотрение их уравнения следующим образом:

$$\tilde{\chi}_l(r, z, t) = z - \chi_l(r, t) = 0 \quad (l = I, II), \quad (20)$$

где $\chi_l(r, t)$ ($l = I, II$) – некоторые пока не определенные функции. Тогда, применяя теорему Остроградского-Гаусса, с учетом (20) приведем первые слагаемые в правых частях (16)–(19) к виду

$$\int_{V^l} \frac{\partial}{\partial r} (\delta v_r^l r \sigma_{rr}^l) r dr d\theta dz = 2\pi \int_{\chi_l(R_l, t)}^{\chi_l(0, t)} \delta v_r^l (r \sigma_{rr}^l) \Big|_{r=\chi_l^{-1}(z, t)} dz, \quad (21)$$

$$\int_{V^{II}} \frac{\partial}{\partial r} (\delta v_r^{II} r \sigma_{rr}^{II}) r dr d\theta dz = -2\pi \int_0^{\chi_{II}(0, t)} \delta v_r^{II} (r \sigma_{rr}^{II}) \Big|_{r=\chi_{II}^{-1}(z, t)} dz, \quad (22)$$

$$\int_{V^l} \frac{\partial (\delta v_r^l r \sigma_{rz}^l)}{\partial z} r dr d\theta dz = 2\pi \int_0^{R_l} \delta v_r^l \sigma_{rz}^l \Big|_{z=\chi_l(r, t)} r dr, \quad (23)$$

$$\int_{V''} \frac{\partial(\delta v_r'' r \sigma_{rz}'')}{\partial z} dr d\theta dz = -2\pi \int_0^{R_2} \delta v_r'' \sigma_{rz}'' \Big|_{z=\chi_{II}(r,t)} r dr, \quad (24)$$

$$\int_{V'} \frac{\partial(\delta v_z' r \sigma_{zz}')}{\partial z} dr d\theta dz = 2\pi \int_0^{R_1} \delta v_z' \sigma_{zz}' \Big|_{z=\chi_I(r,t)} r dr + 2\pi \int_0^{R_1} \delta v_z' p r dr, \quad (25)$$

$$\int_{V''} \frac{\partial(\delta v_z'' r \sigma_{zz}'')}{\partial z} dr d\theta dz = -2\pi \int_0^{R_2} \delta v_z'' \sigma_{zz}'' \Big|_{z=\chi_{II}(r,t)} r dr, \quad (26)$$

$$\int_{V'} \frac{\partial}{\partial r} (\delta v_z' r \sigma_{zr}') dr d\theta dz = 2\pi \int_{\chi_I(R_1,t)}^{\chi_I(0,t)} \delta v_z' (r \sigma_{zr}') \Big|_{r=\chi_I^{-1}(z,t)} dz, \quad (27)$$

$$\int_{V''} \frac{\partial}{\partial r} (\delta v_z'' r \sigma_{zr}'') dr d\theta dz = -2\pi \int_0^{\chi_{II}(0,t)} \delta v_z'' (r \sigma_{zr}'') \Big|_{r=\chi_{II}^{-1}(z,t)} dz. \quad (28)$$

В выражениях (21)-(28) $\chi_I(0,t) = \chi_{II}(0,t) = u_z^I(0,0,t) = u_z^{II}(0,0,t)$ – осевое перемещение центральной точки контакта индентора и среды при отсутствии взаимопроникновения, а $\chi_l^{-1}(z,t)$ ($l = I, II$) – функции, обратные функциям $\chi_l(r,t)$ ($l = I, II$).

Кроме того, при записи упомянутых выше выражений учитывались граничные условия (2)-(4), и то, что вариации компонент вектора скорости на жестко закрепленной поверхности Γ_1 равны нулю, а именно

$$\delta v_r'' = 0, \quad \delta v_z'' = 0.$$

А также принималось во внимание, что в области идеального контакта взаимодействующих тел $0 \leq r \leq a$ функции $\chi_I(r,t)$ и $\chi_{II}(r,t)$ должны быть тождественно равны:

$$\chi_I(r,t) \equiv \chi_{II}(r,t) \quad (0 \leq r \leq a), \quad (29)$$

где a – радиус пятна контактной поверхности.

С учетом (16)-(28) уравнение (15) примет вид

$$\begin{aligned} & - \int_0^{R_2} \int_{\chi_{II}(r,t)}^{h_2} \left(\sigma_{rr}'' \frac{\partial}{\partial r} (\delta v_r'') + \delta v_r'' \frac{\sigma_{\theta\theta}''}{r} + \sigma_{rz}'' \frac{\partial}{\partial z} (\delta v_r'') + \delta v_r'' \rho \frac{d v_r''}{dt} + \right. \\ & + \left. \sigma_{zz}'' \frac{\partial}{\partial z} (\delta v_z'') + \sigma_{zr}'' \frac{\partial}{\partial r} (\delta v_z'') + \delta v_z'' \rho \frac{d v_z''}{dt} \right) r dz dr - \\ & - \int_0^{R_1} \int_{\chi_I(R_1,t)-h_1}^{\chi_I(r,t)} \left(\sigma_{rr}' \frac{\partial}{\partial r} (\delta v_r') + \delta v_r' \frac{\sigma_{\theta\theta}'}{r} + \sigma_{rz}' \frac{\partial}{\partial z} (\delta v_r') + \delta v_r' \rho \frac{d v_r'}{dt} + \right. \\ & + \left. \sigma_{zz}' \frac{\partial}{\partial z} (\delta v_z') + \sigma_{zr}' \frac{\partial}{\partial r} (\delta v_z') + \delta v_z' \rho \frac{d v_z'}{dt} \right) r dz dr - \\ & + \int_0^{R_1} \delta v_r' r \sigma_{rz}' \Big|_{z=\chi_I(r,t)} dr + \int_0^{R_1} \delta v_z' r \sigma_{zz}' \Big|_{z=\chi_I(r,t)} dr + \int_0^{R_1} \delta v_z' p r dr - \\ & - \int_0^{R_2} \delta v_r'' \sigma_{rz}'' \Big|_{z=\chi_{II}(r,t)} r dr - \int_0^{R_2} \delta v_z'' r \sigma_{zz}'' \Big|_{z=\chi_{II}(r,t)} dr + \int_{\chi_I(R_1,t)}^{\chi_I(0,t)} \delta v_r' (r \sigma_{rr}') \Big|_{r=\chi_I^{-1}(z,t)} dz + \\ & + \int_{\chi_I(R_1,t)}^{\chi_I(0,t)} \delta v_z' (r \sigma_{zr}') \Big|_{r=\chi_I^{-1}(z,t)} dz - \int_0^{\chi_{II}(0,t)} \delta v_r'' (r \sigma_{rr}'') \Big|_{r=\chi_{II}^{-1}(z,t)} dz - \\ & - \int_0^{\chi_{II}(0,t)} \delta v_z'' (r \sigma_{zr}'') \Big|_{r=\chi_{II}^{-1}(z,t)} dz = 0 \end{aligned} \quad (30)$$

Уравнение (30) представляет собой исходное вариационное соотношение, отображающее уравнения движения и граничные условия на поверхностях среды и индентора, но без учета кинематического и кинетического условий в области возможного контакта (8), (9) и (12). Учитывая, что это уравнение, описывающее состояние континуума, записано относительно скоростей движения и их вариаций, условие (12) целесообразно преобразовать к виду, содержащему скорости движения точек индентора и среды. Дифференцируя это условие по времени, приведем его к виду, получившему в иностранной литературе [4] название «условие непроникновения (отсутствия взаимопроникновения)»:

$$\gamma_n = v_n^I + v_n^{II} \leq 0. \quad (31)$$

Здесь v_n^I и v_n^{II} – составляющие векторов скорости, принадлежащих индентору и среде точек возможного контакта в направлении соответствующей нормали, связанные с проекциями скорости на оси системы координат Oxz соотношениями:

$$v_n^I = v_r^I n_r^I + v_z^I n_z^I, \quad v_n^{II} = -v_r^{II} n_z^I + v_z^{II} n_r^I \quad (l = I, II). \quad (32)$$

Объединяя условие (31) с условием (8), приходим к следующему «обобщенному контактному условию»:

$$(v_n^I + v_n^{II}) \sigma_{nn}^I = (v_n^I + v_n^{II}) \sigma_{nn}^{II} = 0. \quad (33)$$

Производя в четырех последних слагаемых уравнения (30) замену переменных по формуле

$$dz = \frac{\partial \chi_l}{\partial r} dr \quad (l = I, II) \quad (34)$$

и учитывая, что

$$\chi_I(R_1, t) = u_z^I(0, 0, t) - h_0, \quad \chi_{II}(R_2, t) = 0,$$

приведем их к виду

$$\int_{\chi_I(R_1, t)}^{\chi_I(0, t)} \delta v_r^I (r \sigma_{rr}^I) \Big|_{r=\chi_I^{-1}(z, t)} dz = - \int_0^{R_1} \delta v_r^I \sigma_{rr}^I \Big|_{z=\chi_I(r, t)} \frac{d\chi_I}{dr} r dr, \quad (35)$$

$$\int_{\chi_I(R_1, t)}^{\chi_I(0, t)} \delta v_z^I (r \sigma_{zz}^I) \Big|_{r=\chi_I^{-1}(z, t)} dz = - \int_0^{R_1} \delta v_z^I \sigma_{zz}^I \Big|_{z=\chi_I(r, t)} \frac{d\chi_I}{dr} r dr, \quad (36)$$

$$- \int_0^{\chi_{II}(0, t)} \delta v_r^{II} (r \sigma_{rr}^{II}) \Big|_{r=\chi_{II}^{-1}(z, t)} dz = \int_0^{R_2} \delta v_r^{II} \sigma_{rr}^{II} \Big|_{z=\chi_{II}(r, t)} \frac{d\chi_{II}}{dr} r dr, \quad (37)$$

$$- \int_0^{\chi_{II}(0, t)} \delta v_z^{II} (r \sigma_{zz}^{II}) \Big|_{r=\chi_{II}^{-1}(z, t)} dz = \int_0^{R_2} \delta v_z^{II} \sigma_{zz}^{II} \Big|_{z=\chi_{II}(r, t)} \frac{d\chi_{II}}{dr} r dr. \quad (38)$$

Используя известные соотношения для направляющих косинусов n_r^l и n_z^l ($l = I, II$) [5]:

$$n_r^l = (-1)^{l+1} \frac{\frac{\partial \tilde{\chi}_l}{\partial r}}{\sqrt{\left[\frac{\partial \tilde{\chi}_l}{\partial r}\right]^2 + \left[\frac{\partial \tilde{\chi}_l}{\partial z}\right]^2}}; \quad n_z^l = (-1)^{l+1} \frac{\frac{\partial \tilde{\chi}_l}{\partial z}}{\sqrt{\left[\frac{\partial \tilde{\chi}_l}{\partial r}\right]^2 + \left[\frac{\partial \tilde{\chi}_l}{\partial z}\right]^2}}, \quad (l = I, II) \quad (39)$$

и принимая во внимание, что с учетом (20)

$$\frac{d\tilde{\chi}_l}{dr} = - \frac{d\chi_l}{dr} = \frac{n_r^l}{n_z^l}, \quad \frac{\partial \tilde{\chi}_l}{\partial z} = 1 = \frac{n_z^l}{n_z^l}, \quad (l = I, II) \quad (40)$$

после подстановки (35) – (38) в (30) получаем

$$\begin{aligned}
 & - \int_0^{R_2} \int_{\chi_{II}(r,t)}^{h_2} \left(\sigma_{rr}^{\Pi} \frac{\partial}{\partial r} (\delta v_r^{\Pi}) + \delta v_r^{\Pi} \frac{\sigma_{\theta\theta}^{\Pi}}{r} + \sigma_{rz}^{\Pi} \frac{\partial}{\partial z} (\delta v_r^{\Pi}) + \delta v_r^{\Pi} \rho \frac{d v_r^{\Pi}}{dt} + \right. \\
 & + \sigma_{zz}^{\Pi} \frac{\partial}{\partial z} (\delta v_z^{\Pi}) + \sigma_{zr}^{\Pi} \frac{\partial}{\partial r} (\delta v_z^{\Pi}) + \delta v_z^{\Pi} \rho \frac{d v_z^{\Pi}}{dt} \left. \right) r dz dr - \\
 & - \int_0^{R_1} \int_{\chi_I(R_1,t)-h_1}^{\chi_I(r,t)} \left(\sigma_{rr}^I \frac{\partial}{\partial r} (\delta v_r^I) + \delta v_r^I \frac{\sigma_{\theta\theta}^I}{r} + \sigma_{rz}^I \frac{\partial}{\partial z} (\delta v_r^I) + \delta v_r^I \rho \frac{d v_r^I}{dt} + \right. \\
 & + \sigma_{zz}^I \frac{\partial}{\partial z} (\delta v_z^I) + \sigma_{zr}^I \frac{\partial}{\partial r} (\delta v_z^I) + \delta v_z^I \rho \frac{d v_z^I}{dt} \left. \right) r dz dr - \\
 & + \int_0^{R_1} \frac{\delta v_r^I}{n_z^I} \left(\sigma_{rz}^I \Big|_{z=\chi_I(r,t)} n_z^I + \sigma_{rr}^I \Big|_{z=\chi_I(r,t)} n_r^I \right) r dr + \\
 & + \int_0^{R_1} \frac{\delta v_z^I}{n_z^I} \left(\sigma_{zz}^I \Big|_{z=\chi_I(r,t)} n_z^I + \sigma_{zr}^I \Big|_{z=\chi_I(r,t)} n_r^I \right) r dr - \\
 & - \int_0^{R_2} \frac{\delta v_r^{\Pi}}{n_z^{\Pi}} \left(\sigma_{rz}^{\Pi} \Big|_{z=\chi_{II}(r,t)} n_z^{\Pi} + \sigma_{rr}^{\Pi} \Big|_{z=\chi_{II}(r,t)} n_r^{\Pi} \right) r dr - \\
 & - \int_0^{R_2} \frac{\delta v_z^{\Pi}}{n_z^{\Pi}} \left(\sigma_{zz}^{\Pi} \Big|_{z=\chi_{II}(r,t)} n_z^{\Pi} + \sigma_{zr}^{\Pi} \Big|_{z=\chi_{II}(r,t)} n_r^{\Pi} \right) r dr + \int_0^{R_1} \delta v_z^I \rho r dr = 0.
 \end{aligned} \tag{41}$$

Учитывая формулы (32), выразим вариации δv_r^l и δv_z^l ($l = I, II$) компонент векторов скоростей точек континуума через их нормальные δv_n^l ($l = I, II$) и касательные δv_τ^l ($l = I, II$) составляющие следующим образом:

$$\delta v_r^l = \delta v_n^l n_r^l - \delta v_\tau^l n_z^l, \quad \delta v_z^l = \delta v_n^l n_z^l + \delta v_\tau^l n_r^l \quad (l = I, II). \tag{42}$$

Подставляя (42) в (41) и группируя затем в полученном уравнении члены, содержащие вариации нормальных и касательных составляющих векторов скоростей, имеем

$$\begin{aligned}
 & - \int_0^{R_2} \int_{\chi_{II}(r,t)}^{h_2} \left(\sigma_{rr}^{\Pi} \frac{\partial}{\partial r} (\delta v_r^{\Pi}) + \delta v_r^{\Pi} \frac{\sigma_{\theta\theta}^{\Pi}}{r} + \sigma_{rz}^{\Pi} \frac{\partial}{\partial z} (\delta v_r^{\Pi}) + \delta v_r^{\Pi} \rho \frac{d v_r^{\Pi}}{dt} + \right. \\
 & + \sigma_{zz}^{\Pi} \frac{\partial}{\partial z} (\delta v_z^{\Pi}) + \sigma_{zr}^{\Pi} \frac{\partial}{\partial r} (\delta v_z^{\Pi}) + \delta v_z^{\Pi} \rho \frac{d v_z^{\Pi}}{dt} \left. \right) r dr dz - \\
 & - \int_0^{R_1} \int_{\chi_I(R_1,t)-h_1}^{\chi_I(r,t)} \left(\sigma_{rr}^I \frac{\partial}{\partial r} (\delta v_r^I) + \delta v_r^I \frac{\sigma_{\theta\theta}^I}{r} + \sigma_{rz}^I \frac{\partial}{\partial z} (\delta v_r^I) + \delta v_r^I \rho \frac{d v_r^I}{dt} + \right. \\
 & + \sigma_{zz}^I \frac{\partial}{\partial z} (\delta v_z^I) + \sigma_{zr}^I \frac{\partial}{\partial r} (\delta v_z^I) + \delta v_z^I \rho \frac{d v_z^I}{dt} \left. \right) r dr dz - \\
 & + \int_0^{R_1} \frac{\delta v_n^I}{n_z^I} \left[n_z^I \left(\sigma_{zz}^I \Big|_{z=\chi_I(r,t)} n_z^I + \sigma_{zr}^I \Big|_{z=\chi_I(r,t)} n_r^I \right) + \right. \\
 & + n_r^I \left(\sigma_{rz}^I \Big|_{z=\chi_I(r,t)} n_z^I + \sigma_{rr}^I \Big|_{z=\chi_I(r,t)} n_r^I \right) \left. \right] r dr + \\
 & + \int_0^{R_1} \frac{\delta v_\tau^I}{n_z^I} \left[n_z^I \left(\sigma_{rz}^I \Big|_{z=\chi_I(r,t)} n_z^I + \sigma_{rr}^I \Big|_{z=\chi_I(r,t)} n_r^I \right) - \right. \\
 & - n_r^I \left(\sigma_{zz}^I \Big|_{z=\chi_I(r,t)} n_z^I + \sigma_{zr}^I \Big|_{z=\chi_I(r,t)} n_r^I \right) \left. \right] r dr -
 \end{aligned} \tag{43}$$

Используя выражения (10) и (11), легко убедиться в том, что члены, содержащиеся в квадратных скобках в уравнении (43), представляют собой значения нормальных σ_{nn}^l ($l = I, II$) и касательных σ_{nr}^l ($l = I, II$) составляющих векторов напряжений на площадках, перпендикулярных к главным нормальям поверхностей индентора Γ_4 и среды Γ_3 , включая и поверхность контакта Γ_c . Принимая это во внимание, уравнение (43) перепишем так:

$$\begin{aligned}
 & - \int_0^{R_2} \int_{\chi_{II}(r,t)}^{h_2} \left(\sigma_{rr}^{II} \frac{\partial}{\partial r} (\delta v_r^{II}) + \delta v_r^{II} \frac{\sigma_{\theta\theta}^{II}}{r} + \sigma_{rz}^{II} \frac{\partial}{\partial z} (\delta v_r^{II}) + \delta v_r^{II} \rho \frac{d v_r^{II}}{dt} + \right. \\
 & + \left. \sigma_{zz}^{II} \frac{\partial}{\partial z} (\delta v_z^{II}) + \sigma_{zr}^{II} \frac{\partial}{\partial r} (\delta v_z^{II}) + \delta v_z^{II} \rho \frac{d v_z^{II}}{dt} \right) r dz dr - \\
 & - \int_0^{R_1} \int_{\chi_I(R_1,t)-h_1}^{\chi_I(r,t)} \left(\sigma_{rr}^I \frac{\partial}{\partial r} (\delta v_r^I) + \delta v_r^I \frac{\sigma_{\theta\theta}^I}{r} + \sigma_{rz}^I \frac{\partial}{\partial z} (\delta v_r^I) + \delta v_r^I \rho \frac{d v_r^I}{dt} + \right. \\
 & + \left. \sigma_{zz}^I \frac{\partial}{\partial z} (\delta v_z^I) + \sigma_{zr}^I \frac{\partial}{\partial r} (\delta v_z^I) + \delta v_z^I \rho \frac{d v_z^I}{dt} \right) r dz dr + \\
 & + \int_0^{R_1} \delta v_z^I \rho r dr + \int_0^{R_1} \frac{\delta v_n^I}{n_z^I} \sigma_{nn}^I r dr + \int_0^{R_1} \frac{\delta v_\tau^I}{n_z^I} \sigma_{n\tau}^I r dr - \\
 & - \int_0^{R_2} \frac{\delta v_n^{II}}{n_z^{II}} \sigma_{nn}^{II} r dr - \int_0^{R_2} \frac{\delta v_\tau^{II}}{n_z^{II}} \sigma_{n\tau}^{II} r dr = 0.
 \end{aligned} \tag{44}$$

С учетом граничных условий на поверхностях Γ_3 и Γ_4 , свободных от внешней нагрузки (6) и (7), обобщенного контактного условия (33) и отсутствия сил трения на контактной поверхности (9), преобразуем последние четыре слагаемых в (44) так:

$$\begin{aligned}
 \int_0^{R_1} \frac{\delta v_n^I}{n_z^I} \sigma_{nm}^I r dr &= \int_0^a \frac{\delta v_n^I}{n_z^I} \sigma_{nm}^I r dr + \int_a^{R_1} \frac{\delta v_n^I}{n_z^I} \sigma_{nm}^I r dr = \int_0^a \frac{\delta v_n^I}{n_z^I} \sigma_{nm}^I r dr, \\
 \int_0^{R_1} \frac{\delta v_\tau^I}{n_z^I} \sigma_{n\tau}^I r dr &= \int_0^a \frac{\delta v_\tau^I}{n_z^I} \sigma_{n\tau}^I r dr + \int_a^{R_1} \frac{\delta v_\tau^I}{n_z^I} \sigma_{n\tau}^I r dr = 0, \\
 \int_0^{R_2} \frac{\delta v_n^{II}}{n_z^{II}} \sigma_{nm}^{II} r dr &= \int_0^a \frac{\delta v_n^{II}}{n_z^{II}} \sigma_{nm}^{II} r dr + \int_a^{R_2} \frac{\delta v_n^{II}}{n_z^{II}} \sigma_{nm}^{II} r dr = \int_0^a \frac{\delta v_n^{II}}{n_z^{II}} \sigma_{nm}^{II} r dr,
 \end{aligned} \tag{45}$$

$$\begin{aligned}
 \int_0^{R_2} \frac{\delta v_\tau^{II}}{n_z^{II}} \sigma_{n\tau}^{II} r dr &= \int_0^a \frac{\delta v_\tau^{II}}{n_z^{II}} \sigma_{n\tau}^{II} r dr + \int_a^{R_2} \frac{\delta v_\tau^{II}}{n_z^{II}} \sigma_{n\tau}^{II} r dr = 0, \\
 \int_0^a \frac{\delta v_n^I}{n_z^I} \sigma_{nm}^I r dr - \int_0^a \frac{\delta v_n^{II}}{n_z^{II}} \sigma_{nm}^{II} r dr &= 0,
 \end{aligned} \tag{46}$$

$$\int_0^a \frac{1}{n_z^I} \delta(v_n^I + v_n^{II}) \sigma_{nm}^I r dr = - \int_0^a \frac{1}{n_z^{II}} \delta(v_n^I + v_n^{II}) \sigma_{nm}^{II} r dr.$$

Подставляя (45) и (46) в (44), окончательно получаем

$$\delta\Phi(r, z, t) = \int_0^{R_2} \int_{\chi_{II}(r,t)}^{h_2} f^{II} r dz dr + \int_0^{R_1} \int_{\chi_I(R_1,t)-h_1}^{\chi_I(r,t)} f^I r dz dr - \int_0^a \delta v_z^I \rho r dr = 0, \tag{47}$$

где

$$\begin{aligned}
 f^I(r, z, t) &= \sigma_{rr}^I \frac{\partial}{\partial r} (\delta v_r^I) + \delta v_r^I \frac{\sigma_{\theta\theta}^I}{r} + \sigma_{rz}^I \frac{\partial}{\partial z} (\delta v_r^I) + \delta v_r^I \rho \frac{d v_r^I}{dt} \\
 &+ \sigma_{zz}^I \frac{\partial}{\partial z} (\delta v_z^I) + \sigma_{zr}^I \frac{\partial}{\partial r} (\delta v_z^I) + \delta v_z^I \rho \frac{d v_z^I}{dt}.
 \end{aligned} \quad (l = I, II) \tag{48}$$

Полученное вариационное уравнение движения континуума (47) универсально, так как оно выведено без наложения каких-либо ограничений на форму деформированных поверхностей индентора и среды вследствие контакта, геометрические соотношения и на физические уравнения, определяющие состояние материала тел, образующих континуум. Поэтому при решении конкретной задачи оно должно быть дополнено соответствующими физическими и геометрическими соотношениями, а форма деформированных поверхностей должна быть конкретизирована с учетом условий нагружения континуума. При дополнении уравнения (47) указанными выше соотношениями решение динамической задачи теории упругости или пластичности либо смешанной (в зависимости от выбора физиче-

ских уравнений) о напряженно-деформированном состоянии континуума в каждый момент времени может быть сведено с применением какого-либо из численных методов к отысканию минимума функционала $\Phi(r, z, t)$ с учетом ограничения (31) и требования $\sigma_{mn}^I < 0$ ($l = I, II$) в области контакта. С использованием метода штрафных функций или метода множителей Лагранжа эти ограничения можно учесть непосредственно в вариационном уравнении движения континуума и свести решение задачи к отысканию безусловного минимума соответствующего функционала, что значительно упрощает её решение.

Если считать индентор абсолютно жестким и пренебречь его деформациями по сравнению с деформациями среды, то для поступательного движения индентора вдоль оси Oz вариационное уравнение (47) можно значительно упростить и записать его в виде

$$\delta\Phi(r, z, t) = \int_0^{R_2} \int_{z_{II}(r,t)}^{h_2} f^{II} r dz dr + \delta v_z^I \left(M^I \frac{d v_z^I}{dt} - F(t) \right) = 0, \quad (49)$$

где $M^I = \int_0^{R_1 \sqrt{R_0^2 - r^2} - R_0} \int_{-(h_0+h_1)}^0 \rho^I r dz dr$ – масса индентора.

При записи уравнений (49) учитывалось, что при поступательном движении индентора в направлении оси Oz составляющая вектора скорости $v_r^I = 0$, а составляющая v_z^I для всех его точек, включая и точки возможного контакта, одинакова. Так как вариация проекции скорости δv_z^I произвольна и может принимать любые значения, то на основании (49) получаем

$$\delta\Phi^{II}(r, z, t) = \int_0^{R_2} \int_{z_{II}(r,t)}^{h_2} f^{II} r dz dr = 0, \quad M^I \frac{d v_z^I}{dt} - F(t) = 0. \quad (50)$$

Интегрируя второе из уравнений (50), находим

$$v_z^I = \frac{1}{M^I} \int_0^t F(\tau) d\tau + C, \quad (51)$$

где C – произвольная постоянная.

Подставляя (32) в (31) и затем в полученное выражение (51), имеем

$$v_r^{II} n_r^{II} + v_z^{II} n_z^{II} \leq -\frac{n_z^I}{M^I} \int_0^t F(\tau) d\tau + C. \quad (52)$$

Из проведенных рассуждений следует, что в случае индентора в виде абсолютно твердого тела решение задачи в каждый момент времени сводится к отысканию поля скоростей точек среды и постоянной интегрирования C , обеспечивающих минимум функционала $\Phi^{II}(r, z, t)$ при выполнении ограничений (52) и $\sigma_{mn}^{II} < 0$.

В заключение заметим, что полученные в данной работе результаты могут быть достаточно просто обобщены для описания движения континуума, составленного из нескольких контактирующих тел.

ЛИТЕРАТУРА

1. Овчинникова Н.В. Модельная задача для исследования процессов поверхностного упрочнения пластическим деформированием с применением ультразвуковых воздействий / Н.В. Овчинникова, Д.Г. Павлов, Ю.В. Чеботаревский // Вестник СГТУ. 2007. №4(28). Вып.1. С. 14-18.
2. Овчинникова Н.В. К расчету напряженно-деформированного состояния упругопластического полупространства, контактирующего с абсолютно жестким индентором / Н. В. Овчинникова, Ю.В. Чеботаревский // Вестник СГТУ. 2010. №4(51). Вып.3. С. 10-17.
3. Безухов Н.И. Основы теории упругости, пластичности и ползучести / Н.И. Безухов. М.: Высш. шк., 1968. 512 с.
4. Belytschko T. Nonlinear finite elements for continua and structures / Т. Belytschko, W. K. Liu, В. Moran. Chichester: John Wiley & Sons Ltd, 2000. P. 666.
5. Фихтенгольц Г.М. Основы математического анализа. Ч. 2. / Г.М. Фихтенгольц. СПб.: Лань, 2005. 464 с.

Овчинникова Наталья Владимировна – ассистент кафедры «Техническая механика и детали машин» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Natalya V. Ovchinnikova
Assistant Lecturer,
Department of Technical Mechanics and Machine Elements, Gagarin Saratov State Technical University

Чеботаревский Юрий Викторович – доктор технических наук, профессор кафедры «Прикладная математика и системный анализ» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Yuri V. Chebotarevsky – Dr. Sc., Professor
Department of Applied Mathematics and System Analysis, Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 15.10.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 539.3

А.В. Кириченко, В.А. Крысько

**КОРРЕКТНОСТЬ ПЕРВОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ
ДЛЯ УРАВНЕНИЙ РАВНОВЕСИЯ В НЕКЛАССИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ПЛАСТИН
С НАЧАЛЬНЫМИ НЕПРАВИЛЬНОСТЯМИ**

С помощью метода компактности доказана разрешимость первой краевой задачи для уравнений равновесия в неклассической теории пологих оболочек.

Неклассическая теория пологих оболочек, уравнения математической физики, обобщенные решения нелинейных краевых задач

A.V. Kirichenko, V.A. Krysko

**CORRECTNESS OF THE FIRST BOUNDARY VALUE PROBLEM
FOR EQUILIBRIUM EQUATION IN NONCLASSICAL THEORY OF PLATES
WITH INITIAL IRREGULARITIES**

The solvability of the first boundary value problem for equilibrium equation in nonclassical theory is proved with the aid of compactness method.

Nonclassical theory of shallow shells, equations of mathematical physics, generalized solutions of nonlinear boundary-value problems

Объектом исследования является следующая система стационарных уравнений теории пластин в рамках модели Пелеха-Шереметьева (асимптотически согласованная модель)

$$\int_{\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}} \left(- \left(x_3 - \frac{4x_3^3}{3h^2} \right) \frac{\partial \sigma_{ii}}{\partial x_i} - \left(x_3 - \frac{4x_3^3}{3h^2} \right) \frac{\partial \sigma_{12}}{\partial x_{3-i}} + \left(1 - \frac{4x_3^2}{h^2} \right) \sigma_{i3} \right) dx_3 = 0, \quad i = \overline{1,2} \quad (1)$$

$$\int_{\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}} \sum_{i=1}^2 \left(\left(- \frac{4x_3^3}{3h^2} \right) \frac{\partial^2 \sigma_{ii}}{\partial x_i^2} + \left(- \frac{4x_3^3}{3h^2} \right) \frac{\partial^2 \sigma_{12}}{\partial x_{3-i} \partial x_i} + \left(1 - \frac{4x_3^2}{h^2} \right) \frac{\partial \sigma_{i3}}{\partial x_i} \right) dx_3 - L(w_0, F) - \quad (2)$$

$$- L(u_{30}, F) = g_1(x_1, x_2), \quad \frac{1}{Eh} \Delta^2 F = - \frac{1}{2} L(u_{30}, u_{30}) - L(u_{30}, w_0); \quad (3)$$

$$u_{30}|_{\partial\Omega} = 0, \quad \frac{\partial u_{30}}{\partial n}|_{\partial\Omega} = 0, \quad F|_{\partial\Omega} = 0, \quad \frac{\partial F}{\partial n}|_{\partial\Omega} = 0, \quad u_{i1}|_{\partial\Omega} = 0, \quad i = \overline{1,2}. \quad (4)$$

Выше и всюду далее приняты такие обозначения: $D = \Omega \times (-h/2, h/2)$; $\Omega \subset R^2$ – измеримая область в евклидовом пространстве R^2 (план пластины); h – толщина пластины; $\overline{\Omega} = \Omega \cup \partial\Omega$, $\partial\Omega$ – граничный контур области Ω ; $(x_1, x_2, x_3) \in D$; n – единичная нормаль к $\partial\Omega$; $u_{i1}(x_1, x_2)$, $i = \overline{1,2}$ – функции углов поворота нормали к срединной поверхности; функция $w_0(x_1, x_2)$

определяет начальную неправильность оболочки; $u_{30}(x_1, x_2)$ – определяет дополнительный прогиб оболочки, а функция $[u_{30} + w_0]$ – определяет полный прогиб оболочки; $F(x_1, x_2)$ – функция усилий; $g_1(x_1, x_2)$ – функция интенсивности поперечной нагрузки; E – модуль упругости; ν – коэффициент Пуассона, $0 < \nu < 1/2$;

$$\begin{aligned} \sigma_{11} &= -\frac{1}{h} \cdot \frac{\partial^2 F}{\partial x_2^2} + \frac{E}{1-\nu^2} \left\{ \left(x_3 - \frac{4}{3} \cdot \frac{x_3^3}{h^2} \right) \left(\frac{\partial u_{11}}{\partial x_1} + \nu \frac{\partial u_{21}}{\partial x_2} \right) - \frac{4}{3} \cdot \frac{x_3^3}{h^2} \left(\frac{\partial^2 u_{30}}{\partial x_1^2} + \nu \frac{\partial^2 u_{30}}{\partial x_2^2} \right) \right\}, \quad (1 \rightarrow 2); \\ \sigma_{12} &= -\frac{1}{h} \cdot \frac{\partial^2 F}{\partial x_1 \partial x_2} + \frac{E}{2(1+\nu)} \left\{ \left(x_3 - \frac{4}{3} \cdot \frac{x_3^3}{h^2} \right) \left(\frac{\partial u_{11}}{\partial x_2} + \nu \frac{\partial u_{21}}{\partial x_1} \right) - \frac{4}{3} \cdot \frac{x_3^3}{h^2} \left(2 \frac{\partial^2 u_{30}}{\partial x_1 \partial x_2} \right) \right\}; \\ \sigma_{13} &= \frac{E}{2(1+\nu)} \left(1 - \frac{4x_3^2}{h^2} \right) \left(u_{11} + \frac{\partial u_{30}}{\partial x_1} \right), \quad (1 \rightarrow 2); \end{aligned}$$

кроме того, обозначение используемых функциональных пространств соответствует принятому в [1], при этом символами $|\cdot|_A$, $(\cdot, \cdot)_A$ – обозначим норму и скалярное произведение в пространстве $L^2(A)$.

Имеет место

Теорема. Пусть $\partial\Omega$ имеет гладкость, достаточную для используемых теорем вложения и $g_1 \in H^{-2}(\Omega)$, $w_0 \in C^2(\bar{\Omega})$, тогда

1) существует хотя бы одно обобщенное решение $\{\tilde{u}_{i0}, \tilde{u}_{30}, \tilde{F}\}$ задачи (1)-(4), при этом

$$\tilde{u}_{30}, \tilde{F} \in H_0^2(\Omega); \quad \tilde{u}_{i1} \in H_0^1(\Omega); \quad (5)$$

2) приближенное решение задачи (1)-(4) может быть найдено методом Бубнова-Галеркина, при этом функции $F, u_{i1}, i = \overline{1,2}$, определяются как решения уравнений (1), (3), а все множество получаемых приближенных решений слабо компактно в пространствах, соответствующих условию (5), и его предельные точки являются решением задачи (1)-(4) в обобщенном смысле [1];

3) конфигурационное пространство T механической системы, определяемой краевой задачей (1)-(4) с обобщенным решением из (5), имеет следующий вид:

$$T = (H_0^2(\Omega))^2 \times (H^1(\Omega))^2.$$

Отметим основные этапы доказательства.

Первый этап – построение приближенного решения. Решение задачи (1)-(4) ищем с помощью метода Бубнова-Галеркина в следующем виде:

$$u_{30}^n = \sum_{K_3=1}^{n_3} \xi_{K_3} \chi_{3K_3}(x_1, x_2), \quad \xi_{K_3} \in R, \quad (6)$$

где $\{\chi_{3K_3}\}$ – базис в $H_0^2(\Omega)$. Функции $F^n \in H_0^2$, $u_{i1}^n \in H_0^1(\Omega)$ определяются как решения следующих уравнений:

$$\frac{1}{Eh} \Delta^2 F^n = -\frac{1}{2} L(u_{30}^n, u_{30}^n) - L(u_{30}, w_0), \quad (7)$$

$$\int_{\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}} \left(- \left(x_3 - \frac{4x_3^3}{3h^2} \right) \frac{\partial \sigma_{ii}^n}{\partial x_i} - \left(x_3 - \frac{4x_3^3}{3h^2} \right) \frac{\partial \sigma_{12}^n}{\partial x_{3-i}} + \left(1 - \frac{4x_3^2}{h^2} \right) \sigma_{i3}^n \right) dx_3 = 0, \quad i = \overline{1,2},$$

при этом функция u_{30}^n вида (6) является решением

$$\begin{aligned} \int_{\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}} \sum_{i=1}^2 \left(\left(- \frac{4x_3^3}{3h^2} \right) \frac{\partial^2 \sigma_{ii}^n}{\partial x_i^2} + \left(- \frac{4x_3^3}{3h^2} \right) \frac{\partial^2 \sigma_{12}^n}{\partial x_{3-i} \partial x_i} - \left(1 - \frac{4x_3^2}{h^2} \right) \frac{\partial^2 \sigma_{i3}^n}{\partial x_i} \right) dx_3 - \\ - L(w_0, F) - L(u_{30}^n, F^n) = g_i \end{aligned} \quad (8)$$

при граничных условиях (4) (σ_{ij}^n получаются из σ_{ij} заменой функций u_{i1}, u_{30}, F соответственно на u_{i1}^n, u_{30}^n, F^n).

Следуя изложению Ж.-Л. Лионса [1], введем в рассмотрение вектор $\bar{\xi} = \{\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_{n_3}\} \in R^{n_3}$ и оператор $P: R^{n_3} \rightarrow R^{n_3}$, определяемый по правилу

$$\forall \xi \in R^{n_3}, P(\xi) = \left\{ \sum_{i=1}^2 \left(\left(\sigma_{ii}^n, \left(-\frac{4x_3^3}{3h^2} \frac{\partial^2 \chi_{3k_3}}{\partial x_i^2} \right)_D + \right. \right. \right. \\ \left. \left. \left. + \left(\sigma_{12}^n, \left(-\frac{4x_3^3}{3h^2} \frac{\partial^2 \chi_{3k_3}}{\partial x_{3-i} \partial x_i} \right)_D + \left(\sigma_{i3}^n, \left(1 - \frac{4x_3^2}{h^2} \right) \frac{\partial \chi_{3k_3}}{\partial x_i} \right)_D - \right. \right. \right. \\ \left. \left. \left. - L(w_0, F^n) - (L(u_{30}^n, F^n), \chi_{3k_3})_\Omega - (g_1, \chi_{3k_3})_\Omega \right\} \in R^{n_3},$$

тогда, с учетом (7), (8) получаем

$$(P(\xi), \bar{\xi})_{R^{n_3}} = \frac{2}{Eh} |\Delta F^n|_\Omega^2 - (g_1, u_{30}^n)_\Omega + \sum_{i=1}^2 \left(\left(\sigma_{ii}^n, \left[\left(x_3 - \frac{4x_3^3}{3h^2} \right) \frac{\partial u_{i1}^n}{\partial x_i} - \right. \right. \right. \\ \left. \left. \left. - \frac{4x_3^3}{3h^2} \frac{\partial^2 u_{30}^n}{\partial x_i^2} \right] \right)_D + \left(\sigma_{12}^n, \left[\left(x_3 - \frac{4x_3^3}{3h^2} \right) \frac{\partial u_{i1}^n}{\partial x_{3-i}} - \frac{4x_3^3}{3h^2} \frac{\partial^2 u_{30}^n}{\partial x_{3-i} \partial x_i} \right] \right)_D + \right. \\ \left. + \left(\sigma_{i3}^n, \left[\left(1 - \frac{4x_3^2}{h^2} \right) \left(u_{i1}^n + \frac{\partial u_{30}^n}{\partial x_i} \right) \right] \right)_D \right).$$

Так как

$$(g_1, u_{30}^n)_\Omega \leq |g_1|_{H^{-2}(\Omega)} \cdot |u_{30}^n|_{H_0^2(\Omega)} \leq C_1 |\Delta u_{30}^n|_\Omega,$$

то

$$(P(\bar{\xi}), \bar{\xi})_{R^{n_3}} \geq \frac{2}{Eh} |\Delta F^n|_\Omega^2 - C_1 |\Delta u_{30}^n|_\Omega + \frac{E}{2(1+\nu)} \left(x_3 - \frac{4x_3^3}{3h^2} \right) \left(\frac{\partial u_{11}^n}{\partial x_2} + \right. \\ \left. + \frac{\partial u_{21}^n}{\partial x_1} - \frac{4x_3^3}{3h^2} \left(2 \frac{\partial^2 u_{30}^n}{\partial x_1 \partial x_2} \right) \right)_D^2 + \sum_{i=1}^2 \left(\frac{E}{1+\nu} \left(x_3 - \frac{4x_3^3}{3h^2} \right) \frac{\partial u_{i1}^n}{\partial x_i} - \frac{4x_3^3}{3h^2} \times \right. \\ \left. \times \frac{\partial^2 u_{30}^n}{\partial x_i^2} \right)_D^2 + \frac{E}{2(1+\nu)} \left(\left(1 - \frac{4x_3^2}{h^2} \right) \left(u_{i1}^n + \frac{\partial u_{30}^n}{\partial x_i} \right) \right)_D^2. \tag{9}$$

Из (9), учитывая взаимосвязь последних трех слагаемых в правой части с нормами $|\Delta u_{30}^n|_\Omega$ и $|\Delta u_{i1}^n|_{H_0^1(\Omega)}$ (которая является следствием интегрирования этих слагаемых по переменной x_3), заключаем:

- 1) согласно лемме 4.3 [1] система (7), (8) разрешима относительно вектора $\bar{\xi}$;
- 2) множества $\{u_{30}^n\}, \{F^n\}$ – ограничены в H_0^2 , а множества $\{u_{i1}^n\}, i = \overline{1,2}$ – в $H_0^1(\Omega)$;
- 3) найдутся элементы $\{\tilde{u}_{i0}, \tilde{u}_{30}, \tilde{F}\}$ и подпоследовательности $\{u_i^\mu\}, \{u_{30}^\mu\}, \{F^\mu\}$ такие, что

$$\begin{aligned} u_{i1}^\mu &\rightarrow \tilde{u}_{i1} \text{ слабо в } H_0^1(\Omega), \\ u_{30}^\mu &\rightarrow \tilde{u}_{30} \text{ слабо в } H_0^2(\Omega), \\ F^\mu &\rightarrow \tilde{F} \text{ слабо в } H_0^2(\Omega). \end{aligned} \tag{10}$$

Таким образом, принимая во внимание линейность уравнений (1), завершается доказательство подобно теореме 4.3 [1].

Теорема доказана.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лионс Ж.-Л. Некоторые методы решения нелинейных краевых задач / Ж.-Л. Лионс. М.: Мир, 1972. 587 с.

Кириченко Анастасия Валерьевна – ассистент кафедры «Математика и моделирование» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Anastasiya V. Kirichenko – Assistant Lecturer Department of Mathematics and Modeling, Gagarin Saratov State Technical University

Крысько Вадим Анатольевич –
доктор технических наук, профессор кафедры
«Математика и моделирование»
Саратовского государственного технического
университета имени Гагарина Ю.А.

Vadim A. Krysko –
Dr. Sc., Professor
Department of Mathematics and Modeling,
Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 01.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 539.3

А.В. Кириченко, В.А. Крысько

КОРРЕКТНОСТЬ ЭВОЛЮЦИОННЫХ УРАВНЕНИЙ В НЕКЛАССИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ПОЛОГИХ ОБОЛОЧЕК С НАЧАЛЬНЫМИ НЕПРАВИЛЬНОСТЯМИ И ЧАСТИЧНЫМ УЧЕТОМ ИНЕРЦИОННЫХ СЛАГАЕМЫХ

Доказывается существование обобщенного решения первой краевой задачи для одного варианта нелинейных эволюционных уравнений в теории пологих оболочек с учетом сдвиговых напряжений.

Неклассическая теория пологих оболочек, уравнения математической физики, обобщенные решения нелинейных краевых задач

A.V. Kirichenko, V.A. Krysko

CORRECTNESS OF EVOLUTION EQUATIONS IN NONCLASSICAL SHALLOW SHELL THEORY WITH INITIAL IRREGULARITIES AND PARTIAL CONSIDERATION OF INERTIA TERMS

This article provides proofs for the existence of generalized solution to the first boundary-value problem for a case of nonlinear evolution equations in shallow shell theory with shear stress consideration.

Nonclassical theory of shallow shells, equations of mathematical physics, generalized solutions of nonlinear boundary-value problems

Объектом исследования является следующая краевая задача «в перемещениях» для эволюционных уравнений в неклассической теории пологих оболочек (модель Пелеха-Шереметьева):

$$\int_{-h/2}^{h/2} \left(-\frac{\partial \sigma_{ii}}{\partial x_i} - \frac{\partial \sigma_{12}}{\partial x_{3-i}} \right) dx_3 = 0; \quad (1)$$

$$\int_{-h/2}^{h/2} \left(-\left(x_3 - \frac{4x_3^3}{3h^2} \right) \frac{\partial \sigma_{ii}}{\partial x_i} - \left(x_3 - \frac{4x_3^3}{3h^2} \right) \frac{\partial \sigma_{12}}{\partial x_{3-i}} + \left(1 - \frac{4x_3^3}{3h^2} \right) \sigma_{i3} \right) dx_3 = 0; \quad i = \overline{1,2}; \quad (2)$$

$$\int_{-h/2}^{h/2} \left(\rho \frac{\partial^2 u_{30}}{\partial t^2} \rho \varepsilon_3 \frac{\partial u_{30}}{\partial t} + \sum_{i=1}^2 \left\{ \left(-\frac{4x_3^3}{3h^2} \right) \frac{\partial^2 \sigma_{ii}}{\partial x_i^2} - \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\sigma_{ii} \frac{\partial [u_{30} + w_0]}{\partial x_i} \right) - \right. \right. \\ \left. \left. - k_i \sigma_{ii} + \left(-\frac{4x_3^3}{3h^2} \right) \frac{\partial^2 \sigma_{12}}{\partial x_{3-i} \partial x_i} - \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\sigma_{12} \frac{\partial [u_{30} + w_0]}{\partial x_{3-i}} \right) - \right. \right. \\ \left. \left. - \left(1 - \frac{4x_3^3}{3h^2} \right) \frac{\partial \sigma_{i3}}{\partial x_i} \right\} \right) dx_3 = g(x_1, x_2, t); \quad (3)$$

$$u_{30}|_{\Gamma} = 0, \quad \frac{\partial u_{30}}{\partial n} \Big|_{\Gamma} = 0, \quad u_{ij}|_{\Gamma} = 0, \quad i = \overline{1,2}, \quad j = \overline{0,1}; \quad (4)$$

$$u_{30}(x_1, x_2, t_0) = \varphi_{30}(x_1, x_2), \quad \frac{\partial u_{30}(x_1, x_2, t_0)}{\partial t} = \psi_{30}(x_1, x_2); \quad (5)$$

где приняты такие обозначения:

$\Gamma = \partial\Omega \times [t_0, t_1]$, $\bar{\Omega} = \Omega \cup \partial\Omega$, $\Omega \subset R^2$, $Q = \Omega \times (t_0, t_1)$, $D = \Omega \times \left(-\frac{h}{2}, \frac{h}{2}\right)$, $D \subset R^3$,
 $(x_1, x_2) \in \bar{\Omega}$, $x_3 \in \left[-\frac{h}{2}, \frac{h}{2}\right]$, $h > 0$; Ω – измеримая по Лебегу односвязная область в евклидовом про-

странстве R^2 с границей $\partial\Omega$; $\bar{D} = \bar{\Omega} \times \left[-\frac{h}{2}, \frac{h}{2}\right]$ – область, занимаемая оболочкой в недеформированном состоянии; \bar{n} – внешняя единичная нормаль к кривой $\partial\Omega$; $h > 0$ – постоянная толщина оболочки; $\rho > 0$ – постоянная плотность материала оболочки; $[t_0, t_1]$ – отрезок времени наблюдения за эволюцией оболочки, $t \in [t_0, t_1]$; функция $w_0(x_1, x_2)$, $(x_1, x_2) \in \bar{\Omega}$, определяет начальную неправильность оболочки; функция $u_{30}(x_1, x_2, t)$ определяет дополнительный прогиб оболочки в момент времени t , а функция $[u_{30}(x_1, x_2, t) + w_0(x_1, x_2)]$ – полный прогиб; k_i ($i = \bar{1}, \bar{2}$) – постоянные начальные кривизны оболочки; $u_{ij} = u_{ij}(x_1, x_2, t)$, ($i = \bar{1}, \bar{2}$, $j = \bar{0}, \bar{1}$), $u_{30} = u_{30}(x_1, x_2, t)$ – искомые функции, определяющие коэффициенты в аппроксимации компонент $u_i = u_i(x_1, x_2, x_3, t)$, ($i = \bar{1}, \bar{2}$), $u_3 = u_3(x_1, x_2, x_3, t)$ – вектор перемещений точек оболочки; $g(x_1, x_2, t)$ – интенсивность поперечной нагрузки; $\varphi_{30}(x_1, x_2)$, $\psi_{30}(x_1, x_2)$ – известные функции, определяющие начальные условия; $\varepsilon_3 > 0$ – постоянный коэффициент демпфирования; σ_{ii} , σ_{12} , σ_{i3} ($i = \bar{1}, \bar{2}$) – компоненты тензора напряжений, при этом

$$\sigma_{ii} = \frac{E}{1-\nu^2} (\varepsilon_{ii} + \nu \varepsilon_{3-3-i}), \sigma_{12} = \frac{E}{1+\nu} \varepsilon_{12}, \sigma_{i3} = \frac{E}{1+\nu} \varepsilon_{i3}, \quad (6)$$

ε_{ii} , ε_{12} , ε_{i3} – компоненты тензора деформаций, имеющие вид

$$\begin{aligned} \varepsilon_{ii} &= e_{ii} + \frac{\partial w_0}{\partial x_i} \frac{\partial u_{30}}{\partial x_i} + \left(x_3 - \frac{4x_3^3}{3h^2} \right) \frac{\partial u_{i1}}{\partial x_i} - \frac{4x_3^3}{3h^2} \frac{\partial^2 u_{30}}{\partial x_i^2}, \\ \varepsilon_{12} &= e_{12} + \frac{1}{2} \left[\left(x_3 - \frac{4x_3^3}{3h^2} \right) \left(\frac{\partial u_{11}}{\partial x_2} + \frac{\partial u_{21}}{\partial x_1} \right) - \frac{4x_3^3}{3h^2} \left(2 \frac{\partial^2 u_{30}}{\partial x_1 \partial x_2} \right) + \frac{\partial w_0}{\partial x_1} \frac{\partial u_{30}}{\partial x_2} + \frac{\partial w_0}{\partial x_2} \frac{\partial u_{30}}{\partial x_1} \right], \\ \varepsilon_{i3} &= \frac{1}{2} \left(1 - \frac{4x_3^2}{3h^2} \right) \left[u_{i1} + \frac{\partial u_{30}}{\partial x_i} \right], e_{ii} = \frac{\partial u_{i0}}{\partial x_i} - k_i u_{30} + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_{30}}{\partial x_i} \right)^2; \\ e_{12} &= \frac{1}{2} \left[\frac{\partial u_{10}}{\partial x_2} + \frac{\partial u_{20}}{\partial x_1} + \frac{\partial u_{30}}{\partial x_1} \frac{\partial u_{30}}{\partial x_2} \right]; \end{aligned}$$

E, ν – упругие постоянные, $E > 0$, $0 < \nu < \frac{1}{2}$.

Далее используем обозначения функциональных пространств, норм и скалярного произведения из [1].

Теорема. Пусть $\partial\Omega$ имеет гладкость, достаточную для используемых теорем вложения, и выполняются такие условия:

$$g \in L^2(Q), \varphi_{30} \in H_0^2(\Omega), \psi_{30} \in H_0^1(\Omega), w_0 \in C^2(\bar{\Omega}), w_0|_{\partial\Omega} = 0.$$

Тогда

1) существует хотя бы одно решение $\{\tilde{u}_{i0}, \tilde{u}_{i1}, \tilde{u}_{30}\}$ задачи (1)-(5), при этом

$$\tilde{u}_{30} \in L^\infty(t_0, t_1; H_0^2(\Omega)); \tilde{u}_{i0}, \tilde{u}_{i1} \in L^\infty(t_0, t_1; H_0^1(\Omega)), \frac{\partial \tilde{u}_{30}}{\partial t} \in L^\infty(t_0, t_1; L^2(\Omega)); \quad (8)$$

2) приближенное решение задачи (1)-(5) может быть найдено методом Бубнова-Галеркина по схеме П.Ф. Папковича [2], при этом все множество приближенных решений слабо компактно в пространствах, соответствующих условиям (8), и его предельные точки определяют обобщенное решение задачи (1)-(5).

Опишем основные этапы доказательства теоремы.

1. Построение приближенного решения. Пусть последовательность функций $\{\chi_{k3}\}$ задает базис в пространстве $H_0^2(\Omega)$ и определяется функциями из класса $C^\infty(\Omega)$.

Следуя методу Бубнова-Галеркина-Папковича, приближенное решение u_{30}^n будем искать в виде следующего разложения по базису $\{\chi_{k3}\}$:

$$u_{30}^n = \sum_{k3=1}^n g_{k3}(t)\chi_{k3}(x_1, x_2), \quad (9)$$

где коэффициенты $g_{k3}(t)$ являются решениями следующей задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений

$$\begin{aligned} & \rho h \left(\frac{\partial^2 u_{30}^n}{\partial t^2}, \chi_{P3} \right)_\Omega + \rho \varepsilon_3 h \left(\frac{\partial u_{30}^n}{\partial t}, \chi_{P3} \right)_\Omega + \\ & + \sum_{i=1}^2 \left\{ \left(\sigma_{ii}^n, \left(-\frac{4x_3^3}{3h^2} \right) \frac{\partial^2 \chi_{P3}}{\partial x_i^2} \right)_D + \left(\sigma_{ii}^n, \frac{\partial [u_{30}^n + w_0]}{\partial x_i} \frac{\partial \chi_{P3}}{\partial x_i} \right)_D - \right. \\ & \left. - k_i(\sigma_{ii}^n, \chi_{P3})_D + \left(\sigma_{12}^n, \left(-\frac{4x_3^3}{3h^2} \right) \frac{\partial^2 \chi_{P3}}{\partial x_{3-i} \partial x_i} \right)_D + \right. \\ & \left. + \left(\sigma_{12}^n, \frac{\partial [u_{30}^n + w_0]}{\partial x_{3-i}} \frac{\partial \chi_{P3}}{\partial x_i} \right)_D + \left(\sigma_{i3}^n, \left(1 - \frac{4x_3^2}{h^2} \right) \frac{\partial \chi_{P3}}{\partial x_i} \right)_D \right\} = (g, \chi_{P3})_\Omega, \quad P3 = \overline{1, n}; \quad (10) \end{aligned}$$

с начальными условиями

$$\begin{aligned} u_{30}^n(x_1, x_2, t_0) &= \varphi_{30}^n, \quad \varphi_{30}^n = \sum_{k3=1}^{n_{3j}} a_{k3} \chi_{k3}, \quad \varphi_{30}^n \rightarrow \varphi_{30} \text{ в } H_0^2(\Omega), \\ \frac{\partial u_{30}^n(x_1, x_2, t_0)}{\partial t} &= \psi_{30}^n, \quad \psi_{30}^n = \sum_{k3=1}^{n_{3j}} b_{k3} \chi_{k3}, \quad \psi_{30}^n \rightarrow \psi_{30} \text{ в } H_0^2(\Omega); \quad (11) \end{aligned}$$

при этом «стрелки» в (11) указывают на сходимость по соответствующим нормам; функции $\sigma_{ii}^n, \sigma_{i3}^n$ ($i = \overline{1, 2}$), σ_{12}^n определяются из соотношений (6), (7), если в (7) вместо функций u_{30}, u_{i0}, u_{i1} подставить функции $u_{30}^n, u_{i0}^n, u_{i1}^n$, в свою очередь, функции u_{i0}^n, u_{i1}^n определяются как решения следующих граничных задач:

$$\begin{aligned} & \frac{Eh}{1-\nu^2} \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\frac{\partial u_{i0}}{\partial x_i} + \nu \frac{\partial u_{3-i0}}{\partial x_{3-i}} \right) + \frac{Eh}{2(1+\nu)} \frac{\partial}{\partial x_{3-i}} \left(\frac{\partial u_{10}}{\partial x_2} + \frac{\partial u_{20}}{\partial x_1} \right) = \\ & = -\frac{Eh}{1-\nu^2} \frac{\partial}{\partial x_i} \left[\left(-k_i u_{30}^n + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_{30}^n}{\partial x_i} \right)^2 + \frac{\partial w_0}{\partial x_i} \frac{\partial u_{30}^n}{\partial x_i} \right) + \right. \\ & \left. + \nu \left(-k_{3-i} u_{30}^n + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_{30}^n}{\partial x_{3-i}} \right)^2 + \frac{\partial w_0}{\partial x_{3-i}} \frac{\partial u_{30}^n}{\partial x_{3-i}} \right) \right] - \\ & - \frac{Eh}{2(1+\nu)} \frac{\partial}{\partial x_{3-i}} \left[\frac{\partial u_{30}^n}{\partial x_1} \frac{\partial u_{30}^n}{\partial x_2} + \frac{\partial w_0}{\partial x_1} \frac{\partial u_{30}^n}{\partial x_2} + \frac{\partial w_0}{\partial x_2} \frac{\partial u_{30}^n}{\partial x_1} \right], \quad i = \overline{1, 2}; \quad u_{i0}|_\Gamma = 0; \\ & \frac{E}{1-\nu^2} \int_{-h/2}^{h/2} \left(x_3 - \frac{4x_3^3}{3h^2} \right) \frac{\partial}{\partial x_i} \left[\left(x_3 - \frac{4x_3^3}{3h^2} \right) \frac{\partial u_{i1}}{\partial x_i} + \nu \left(x_3 - \frac{4x_3^3}{3h^2} \right) \frac{\partial u_{3-i1}}{\partial x_{3-i}} \right] dx_3 + \\ & + \frac{E}{2(1+\nu)} \int_{-h/2}^{h/2} \left(x_3 - \frac{4x_3^3}{3h^2} \right) \frac{\partial}{\partial x_{3-i}} \left[\left(x_3 - \frac{4x_3^3}{3h^2} \right) \left(\frac{\partial u_{i1}}{\partial x_2} + \frac{\partial u_{21}}{\partial x_1} \right) \right] dx_3 - \\ & - \frac{E}{2(1+\nu)} \int_{-h/2}^{h/2} \left(1 - \frac{4x_3^2}{h^2} \right) u_{i1} dx_3 = -\frac{E}{1-\nu^2} \int_{-h/2}^{h/2} \left(x_3 - \frac{4x_3^3}{3h^2} \right) \frac{\partial}{\partial x_i} \left[\left(-\frac{4x_3^3}{3h^2} \frac{\partial^2 u_{30}^n}{\partial x_i^2} \right) + \right. \end{aligned} \quad (12)$$

$$\begin{aligned}
 & + \nu \left(-\frac{4x_3^3}{3h^2} \frac{\partial^2 u_{30}^n}{\partial x_{3-i}^2} \right) dx_3 - \frac{E}{2(1+\nu)} \int_{-h/2}^{h/2} \left(x_3 - \frac{4x_3^3}{3h^2} \right) \frac{\partial}{\partial x_{3-i}} \left[-\frac{4x_3^3}{3h^2} \left(2 \frac{\partial^2 u_{30}^n}{\partial x_1 \partial x_2} \right) \right] dx_3 + \\
 & + \frac{E}{2(1+\nu)} \int_{-h/2}^{h/2} \left(1 - \frac{4x_3^2}{h^2} \right) \frac{\partial u_{30}^n}{\partial x_i} dx_3, \quad i = \overline{1, 2}, \quad u_{i1}|_{\Gamma} = 0.
 \end{aligned} \tag{13}$$

Существование обобщенного решения в задаче (12) доказано в [3]; в общем, используя методику доказательства обобщенного решения в задаче Дирихле для уравнений равновесия в линейной теории упругости [4], легко убедиться, что задачам (12) и (13) соответствуют положительно-определенные операторы в пространстве $L^2(\Omega) \times L^2(\Omega)$ с соответствующими линейными, ограниченными и положительными обратными операторами. Таким образом, задачи (12), (13) имеют единственные обобщенные решения $u_{i0}^n \in H_0^1(\Omega)$, $u_{i1}^n \in H_0^1(\Omega)$, $i = \overline{1, 2}$.

Разрешимость задачи Коши (10), (11) на некотором отрезке $[t_0, t_n]$ следует из теоремы Шаудера о неподвижной точке.

2. Априорные оценки. Умножим (10) на $\frac{dg_{p3}(t)}{dt}$ и просуммируем по индексу РЗ. Получим

$$\begin{aligned}
 & \rho h \left(\frac{\partial^2 u_{30}^n}{\partial t^2}, \frac{\partial u_{30}^n}{\partial t} \right)_{\Omega} + \rho \varepsilon_3 h \left(\frac{\partial u_{30}^n}{\partial t}, \frac{\partial u_{30}^n}{\partial t} \right)_{\Omega} + \\
 & + \sum_{i=1}^2 \left\{ \left(\sigma_{ii}^n, \left(-\frac{4x_3^3}{3h^2} \right) \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial^2 u_{30}^n}{\partial x_i^2} \right) \right)_{D} + \left(\sigma_{ii}^n, \frac{\partial [u_{30}^n + w_0]}{\partial x_i} \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial u_{30}^n}{\partial x_i} \right) \right)_{D} - \right. \\
 & \quad \left. - k_i \left(\sigma_{ii}^n, \frac{\partial u_{30}^n}{\partial t} \right)_{D} + \left(\sigma_{12}^n, \left(-\frac{4x_3^3}{3h^2} \right) \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial^2 u_{30}^n}{\partial x_{3-i} \partial x_i} \right) \right)_{D} + \right. \\
 & \quad \left. + \left(\sigma_{12}^n, \frac{\partial [u_{30}^n + w_0]}{\partial x_{3-i}} \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial u_{30}^n}{\partial x_i} \right) \right)_{D} + \left(\sigma_{i3}^n, \left(1 - \frac{4x_3^2}{h^2} \right) \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial u_{30}^n}{\partial x_i} \right) \right)_{D} \right\} = \left(g, \frac{\partial u_{30}^n}{\partial t} \right)_{\Omega}.
 \end{aligned} \tag{14}$$

Для дальнейших преобразований заметим, что при любом фиксированном $t \in [t_0, t_n]$ производная

$$\frac{\partial u_{30}^n}{\partial t} = \sum_{k=3=1}^n \frac{dg_{k3}(t)}{dt} \chi_{k3}$$

принадлежит классу $C^\infty(\Omega)$ поэтому, выражая функции u_{i0}^n, u_{i1}^n ($i = \overline{1, 2}$) через линейные обратные операторы и дифференцируя их по параметру t заключаем, что

$$\frac{\partial u_{i0}^n}{\partial t} \in H_0^1(\Omega), \quad \frac{\partial u_{i1}^n}{\partial t} \in H_0^1(\Omega), \quad i = \overline{1, 2}.$$

Таким образом, для обобщенных решений u_{i0}^n, u_{i1}^n справедливы интегральные равенства

$$\left(\sigma_{ii}^n, \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial u_{i0}^n}{\partial x_i} \right) \right)_{D} + \left(\sigma_{12}^n, \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial u_{i0}^n}{\partial x_{3-i}} \right) \right)_{D} = 0, \tag{15}$$

$$\begin{aligned}
 & \left(\sigma_{ii}^n, \left(x_3 - \frac{4x_3^3}{3h^2} \right) \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial u_{i1}^n}{\partial x_i} \right) \right)_{D} + \left(\sigma_{12}^n, \left(x_3 - \frac{4x_3^3}{3h^2} \right) \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial u_{i1}^n}{\partial x_{3-i}} \right) \right)_{D} + \\
 & + \left(\sigma_{i3}^n, \left(1 - \frac{4x_3^2}{h^2} \right) \frac{\partial u_{i1}^n}{\partial t} \right)_{D} = 0, \quad i = \overline{1, 2}.
 \end{aligned} \tag{16}$$

Суммируя равенства (14) и (16) и выражая компоненты тензора напряжений через деформации согласно (6), (7), получаем следующее «энергетическое» равенство:

$$\begin{aligned}
 & \rho h \frac{1}{2} \frac{d}{dt} \left| \frac{\partial u_{30}^n}{\partial t} \right|_{\Omega}^2 + \rho \varepsilon_3 h \left| \frac{\partial u_{30}^n}{\partial t} \right|_{\Omega}^2 + \frac{E}{1-\nu^2} \frac{1}{2} \frac{d}{dt} \left(|\varepsilon_{11}^n|_D^2 + |\varepsilon_{22}^n|_D^2 + 2\nu (\varepsilon_{11}^n, \varepsilon_{22}^n)_D \right) + \\
 & + \frac{E}{1+\nu} \frac{d}{dt} |\varepsilon_{12}^n|_D^2 + \frac{E}{1+\nu} \frac{d}{dt} \left(|\varepsilon_{13}^n|_D^2 + |\varepsilon_{23}^n|_D^2 \right) = \left(g, \frac{\partial u_{30}^n}{\partial t} \right)_{\Omega}.
 \end{aligned} \tag{17}$$

Проинтегрируем равенство (17) по отрезку $[t_0, t]$, $t \in [t_0, t_n]$:

$$\begin{aligned} & \left\{ \frac{1}{2} \rho h \left| \frac{\partial u_{30}^n}{\partial t} \right|_{\Omega}^2 + \frac{E}{2(1-\nu^2)} \left(\left| e_{11}^n + \frac{\partial w_0}{\partial x_1} \frac{\partial u_{30}^n}{\partial x_1} \right|_{\Omega}^2 + \left| e_{22}^n + \frac{\partial w_0}{\partial x_2} \frac{\partial u_{30}^n}{\partial x_2} \right|_{\Omega}^2 + \right. \\ & \left. + 2\nu \left[\left[e_{11}^n + \frac{\partial w_0}{\partial x_1} \frac{\partial u_{30}^n}{\partial x_1} \right], \left[e_{22}^n + \frac{\partial w_0}{\partial x_2} \frac{\partial u_{30}^n}{\partial x_2} \right] \right]_D + |A_1^n(x_3)|_D^2 + \right. \\ & \left. + |A_2^n(x_3)|_D^2 + 2\nu(A_1^n(x_3), A_2^n(x_3))_D \right) + \frac{E}{1+\nu} \left(\left| e_{12}^n + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial w_0}{\partial x_1} \frac{\partial u_{30}^n}{\partial x_2} + \frac{\partial w_0}{\partial x_2} \frac{\partial u_{30}^n}{\partial x_1} \right) \right|_D^2 + \right. \\ & \left. + |B^n(x_3)|_D^2 \right) + \frac{E}{1+\nu} \left(|e_{13}^n|_D^2 + |e_{23}^n|_D^2 \right) + \rho \varepsilon_3 h \int_{t_0}^t \left| \frac{\partial u_{30}^n}{\partial t} \right|_{\Omega}^2 dt = C + \int_{t_0}^t \left(g, \frac{\partial u_{30}^n}{\partial t} \right) dt, \end{aligned} \quad (18)$$

где C – постоянная, определяемая выражением в фигурных скобках из левой части равенства (18) при $t = t_0$ (функции $u_{i0}^n(x_1, x_2, t_0)$, $u_{i1}^n(x_1, x_2, t_0)$ в этом случае определяются как обобщенные решения граничных задач (12), (13), если вместо u_{30}^n подставить функцию φ_{30}^n);

$$\begin{aligned} A_1^n(x_3) &= \left(x_3 - \frac{4x_3^3}{3h^2} \right) \frac{\partial u_{11}^n}{\partial x_1} - \frac{4x_3^3}{3h^2} \frac{\partial^2 u_{30}^n}{\partial x_1^2}; \quad A_2^n(x_3) = \left(x_3 - \frac{4x_3^3}{3h^2} \right) \frac{\partial u_{21}^n}{\partial x_2} - \frac{4x_3^3}{3h^2} \frac{\partial^2 u_{30}^n}{\partial x_2^2}, \\ B^n(x_3) &= \frac{1}{2} \left(\left(x_3 - \frac{4x_3^3}{3h^2} \right) \left(\frac{\partial u_{11}^n}{\partial x_2} + \frac{\partial u_{21}^n}{\partial x_1} \right) - \frac{4x_3^3}{3h^2} \left(2 \frac{\partial^2 u_{30}^n}{\partial x_1 \partial x_2} \right) \right). \end{aligned}$$

Из равенства (18) следует неравенство

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2} \rho h \left| \frac{\partial u_{30}^n}{\partial t} \right|_{\Omega}^2 + \frac{E}{2(1+\nu)} \left(h \left| e_{11}^n + \frac{\partial w_0}{\partial x_1} \frac{\partial u_{30}^n}{\partial x_1} \right|_{\Omega}^2 + h \left| e_{22}^n + \frac{\partial w_0}{\partial x_2} \frac{\partial u_{30}^n}{\partial x_2} \right|_{\Omega}^2 + \right. \\ & \left. + |A_1^n(x_3)|_D^2 + |A_2^n(x_3)|_D^2 \right) + \frac{Eh}{1+\nu} \left| e_{12}^n + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial w_0}{\partial x_1} \frac{\partial u_{30}^n}{\partial x_2} + \frac{\partial w_0}{\partial x_2} \frac{\partial u_{30}^n}{\partial x_1} \right) \right|_{\Omega}^2 + \\ & + \frac{E}{1+\nu} |B^n(x_3)|_D^2 + \frac{E}{1+\nu} \left(|e_{13}^n|_D^2 + |e_{23}^n|_D^2 \right) \leq \left(C + \frac{1}{2} \int_{t_0}^t |g|_{\Omega}^2 dt \right) + \frac{1}{2} \int_{t_0}^t \left| \frac{\partial u_{30}^n}{\partial t} \right|_{\Omega}^2 dt, \end{aligned} \quad (19)$$

при получении (19) использованы известные неравенства

$$\forall a, b \in R, \quad |ab| \leq \frac{a^2}{2} + \frac{b^2}{2}; \quad 0 < \nu < \frac{1}{2}.$$

Из неравенства (19) на основании леммы Гронуолла заключаем, что каждое слагаемое в левой части этого неравенства ограничено некоторой постоянной, не зависящей от номера n , но зависящей от значения t_1 , при этом учитываем, что последовательности $\{\varphi_{30}^n\}$, $\{\psi_{30}^n\}$ сходятся по нормам пространств $H_0^2(\Omega)$ и $H_0^1(\Omega)$ соответственно и, следовательно, ограничены в этих нормах.

Рассмотрим подробнее оценки слагаемых с $A_i^n(x_3)$, $i = \overline{1, 2}$, $B^n(x_3)$ на следующем примере (используем неравенство Коши с ε):

$$\begin{aligned} C &\geq |A_1^n(x_3)|_D^2 = \left| \left(x_3 - \frac{4x_3^3}{3h^2} \right) \frac{\partial u_{11}^n}{\partial x_1} - \frac{4x_3^3}{3h^2} \frac{\partial^2 u_{30}^n}{\partial x_1^2} \right|_D^2 = \\ &= \frac{h^3}{252} \iint_{\Omega} \left[\frac{68}{5} \left(\frac{\partial u_{30}^n}{\partial x_1} \right)^2 - 2 \frac{16}{5} \frac{\partial u_{11}^n}{\partial x_1} \frac{\partial^2 u_{30}^n}{\partial x_1^2} + \left(\frac{\partial^2 u_{30}^n}{\partial x_1^2} \right)^2 \right] dx_1 dx_2 \geq \\ &\geq \frac{h^3}{252} \left(\left[\frac{68}{5} - \frac{16\varepsilon}{5} \right] \left| \frac{\partial u_{11}^n}{\partial x_1} \right|_{\Omega}^2 + \left[1 - \frac{16}{5\varepsilon} \right] \left| \frac{\partial^2 u_{30}^n}{\partial x_1^2} \right|_{\Omega}^2 \right). \end{aligned} \quad (20)$$

Если в (20) выбрать $\varepsilon \in \left(\frac{16}{5}, \frac{17}{4}\right)$, то справедливы неравенства

$$\frac{68}{5} - \frac{16\varepsilon}{5} > 0, \quad 1 - \frac{16}{5\varepsilon} > 0,$$

и, следовательно, из (20) получаем оценки

$$\left| \frac{\partial u_{11}^n}{\partial x_1} \right|_{\Omega}^2 \leq C, \quad \left| \frac{\partial^2 u_{30}^n}{\partial x_1^2} \right|_{\Omega}^2 \leq C. \quad (21)$$

Аналогично, в том числе используя неравенство Корна и результаты [3], устанавливается ограниченность норм

$$\left| \frac{\partial u_{11}^n}{\partial t} \right|_{\Omega}^2 < C, \quad |u_{i1}^n|_{H_0^1(\Omega)}^2 < C, \quad |u_{i0}^n|_{H_0^1(\Omega)}^2 < C, \quad |u_{30}^n|_{H_0^2(\Omega)}^2 < C \quad (22)$$

и возможность продолжения решения задачи Коши (10), (11) на весь отрезок $[t_0, t_1]$.

Из (22) вытекает, что множество приближенных решений $\{u_{30}^n\}$ ограничено в $L^\infty(t_0, t_1; H_0^2(\Omega))$, множества $\{u_{i0}^n\}, \{u_{i1}^n\}$ – ограничены в $L^\infty(t_0, t_1; H_0^1(\Omega))$, а множество $\left\{ \frac{\partial u_{30}^n}{\partial t} \right\}$ – в $L^\infty(t_0, t_1; L^\infty(\Omega))$.

3. Предельный переход. Установленная ограниченность множеств приближенных решений позволяет выделить такие последовательности $\{u_{30}^m\}, \{u_{i0}^m\}, \{u_{i1}^m\}$, что

$$\begin{aligned} u_{30}^m &\rightarrow \tilde{u}_{30} \quad * - \text{слабо в } L^\infty(t_0, t_1; H_0^2(\Omega)); \\ u_{i0}^m &\rightarrow \tilde{u}_{i0} \quad * - \text{слабо в } L^\infty(t_0, t_1; H_0^1(\Omega)); \\ u_{i1}^m &\rightarrow \tilde{u}_{i1} \quad * - \text{слабо в } L^\infty(t_0, t_1; H_0^1(\Omega)); \\ \frac{\partial u_{30}^m}{\partial t} &\rightarrow \frac{\partial \tilde{u}_{30}}{\partial t} \quad * - \text{слабо в } L^\infty(t_0, t_1; L^2(\Omega)). \end{aligned} \quad (23)$$

По последовательностям из (23), подобно [1-3] переходим к пределу в интегральных тождествах для уравнений (1)-(3), соответствующих определению обобщенных решений в пространствах из (8). Теорема доказана.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лионс Ж.-Л. Некоторые методы решения нелинейных краевых задач / Ж.-Л. Лионс. М.: Мир, 1972. 587 с.
2. Ворovich И.И. Математические проблемы нелинейной теории пологих оболочек / И.И. Ворovich. М.: Наука, 1989. 376 с.
3. Ворovich И.И. О некоторых прямых методах в нелинейной теории колебаний пологих оболочек / И.И. Ворovich // Известия АН СССР. Серия математическая. 1957. Т. 2.6. С. 747-784.
4. Михлин С.Г. Проблема минимума квадратичного функционала / С.Г. Михлин. М.: Гостехиздат, 1952. 216 с.

Кириченко Анастасия Валерьевна – ассистент кафедры «Математика и моделирование» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Anastasiya V. Kirichenko – Assistant Lecturer Department of Mathematics and Modeling, Gagarin Saratov State Technical University

Крысько Вадим Анатольевич – доктор технических наук, профессор кафедры «Математика и моделирование» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Vadim A. Krysko – Dr. Sc., Professor Department of Mathematics and Modeling, Gagarin Saratov State Technical University

Г.Н. Белосточный, О.А. Мыльцина

ДИНАМИЧЕСКИЕ УРАВНЕНИЯ НЕСВЯЗНОЙ ОСЕСИММЕТРИЧНОЙ ТЕРМОУПРУГОСТИ ТОНКОСТЕННОЙ КОНСТРУКЦИИ В ВИДЕ ГЛАДКО СОПРЯЖЕННЫХ ОБОЛОЧЕК ВРАЩЕНИЯ

На базе модели типа Лява рассматриваются гладко сопряженные оболочки вращения под действием температурных факторов. Предполагается, что толщина термоупругой системы чувствительна к нагреву. Уравнение срединной поверхности композиции записывается в векторной форме, что позволяет предельно стандартизировать процедуры определения сингулярных геометрических параметров конструкции.

Динамические уравнения термоустойчивой системы выводятся из интегрального вариационного принципа Гамильтона и записываются в компонентах поля перемещений.

Приводится конкретизация коэффициентов сингулярной системы дифференциальных уравнений термоупругости на случай трех элементов.

Гладко сопряженные оболочки вращения, динамические уравнения термоупругости

G.N. Belostochny, O.A. Myltcina

DYNAMIC EQUATIONS OF INCOHERENT AXISYMMETRICAL THERMOELASTICITY OF THE THIN-WALLED CONSTRUCTION AS SMOOTHLY ATTENDED SHELLS OF ROTATION

On the base of model of type of Lyava the smoothly attended shells of rotation under the action of temperature factors are examined. It is assumed that the thickness of the thermoelastic system is sensible to heating. Equation of middle surface of composition is written down in a vectorial form, that allows maximum to standardize procedures of determination of singular geometrical parameters of construction.

Dynamic equations of the thermoelastic system hatch from integral variation principle of Hamilton and written down in components of the field of moving.

A specification over of coefficients of the singular system of differential equations of thermoelasticity is brought in case of three elements.

Smoothly attended shells rotation, dynamic equations of thermoelasticity

Рассмотрим композицию из трех оболочек вращения (конус-сфера-цилиндр), гладко сопряженных между собой, уравнение срединной поверхности которой запишется в виде /1/

$$\begin{aligned} \vec{r}(\theta, \varphi) = & \left[\vec{\xi}_3^1(\theta) + \sum_{i=1}^3 (\xi_3^{i+1}(\theta) - \xi_3^i(\theta)) H(\theta - \theta_i) \right] \vec{\xi}_3 + \\ & + \left[x^1(\theta) + \sum_{i=1}^3 (x^{i+1}(\theta) - x^i(\theta)) H(\theta - \theta_i) \right] \vec{e} \circ (\vec{\xi}_1 \otimes \vec{\xi}_1 + \vec{\xi}_2 \otimes \vec{\xi}_2), \end{aligned} \quad (1)$$

где $\vec{\xi}_1 \otimes \vec{\xi}_1 + \vec{\xi}_2 \otimes \vec{\xi}_2$ - проектор, $\vec{\xi}_3$, \vec{e} - единичные взаимно ортогональные векторы в меридиональной плоскости. В предположении отсутствия внутренних источников тепла и малой толщины оболочек температурное поле $\theta(\vartheta, \varphi, z)$ будем считать линейным по толщине композиции

$$\theta = \left(\frac{z}{h} \right)^p \theta_p(\vartheta, \varphi) \quad (p = 0, 1). \quad (2)$$

Везде, где повторяются индексы в одной части равенства, подразумевается суммирование по ним в указанных пределах.

Закон изменения поля перемещений по толщине термоупругой системы на основании предположения /1/ $u_{3,3} = \alpha\theta(\vartheta, \varphi, z, t)$ запишется после ряда преобразований в виде

$$u_1 = (1 + zk_1)u - z \frac{w_{3,1}}{\sqrt{G_{11}}}, \quad u_2 = (1 + zk_2)v - z \frac{w_{3,2}}{\sqrt{G_{22}}}, \quad u_3 = w + \alpha\theta_0 z + \alpha\theta_1 \frac{z^2}{2h}, \quad (3)$$

где θ_0, θ_1 – температурные функции в разложении (2), G_{ii} – компоненты метрического тензора срединной поверхности композиции, k_i ($i=1,2$) главные кривизны срединной поверхности композиции.

Функция Лагранжа

$$L = \frac{1}{2} \int \int \int \langle \sigma \cdot e + \rho \bar{u}_{,i}^2 \rangle \sqrt{g_{11}g_{22}} d\vartheta d\varphi dz,$$

где σ – тензор Эйлера, e – тензор малых деформаций, g_{ii} – компоненты метрического тензора любой поверхности, параллельной срединной, после ряда преобразований и интегрирования по z в пределах $[-h/2, h/2]$ переписывается в виде

$$\begin{aligned} L = & \frac{1}{2} \int \int \left\langle h \left[c_{11} \sqrt{\frac{G_{22}}{G_{11}}} u_{,1}^2 + 2\sqrt{G_{22}}(c_{11}k_1 + c_{12}k_2)uw_{,1} + 2(\sqrt{G_{22}})_{,1}(k_2c_{11} + k_1c_{12})uw + c_{11} \frac{(\sqrt{G_{22}})_{,1}^2}{\sqrt{G_{11}G_{22}}} u^2 + \right. \right. \\ & + 2c_{12} \frac{(\sqrt{G_{22}})_{,1}}{\sqrt{G_{11}}} uw_{,1} + \sqrt{G_{11}G_{22}} [c_{11}(k_1^2 + k_2^2) + 2c_{12}k_1k_2] w^2 - 2(c_{11} + c_{12})\sqrt{G_{22}}\alpha\theta_0 u_{,1} - \\ & \left. - 2(c_{11} + c_{12})\sqrt{G_{11}G_{22}}\alpha\theta_0(k_1 + k_2)w - 2(c_{11} + c_{12})(\sqrt{G_{22}})_{,1}\alpha\theta_0 u \right] + \\ & + \frac{h^3}{12} \left[c_{11} \sqrt{\frac{G_{22}}{G_{11}}} k_{1,1}^2 u^2 - 2\beta_0 uw_{,11} + 2\beta_3 uw_{,1} + c_{11} \frac{\sqrt{G_{22}}}{G_{11}\sqrt{G_{11}}} w_{,11}^2 + 2\beta_2 w_{,1} w_{,11} + \beta_1 w_{,1}^2 - \right. \\ & - 2\beta_5 \alpha \theta_0 w_{,11} + 2\beta_6 \alpha \theta_0 w_{,1} - 2(c_{11} + c_{12})\sqrt{G_{22}}(k_{1,1} + k_{2,1})\alpha \frac{\theta_1}{h} u - \\ & \left. - 2(c_{12} + c_{11})\beta_4 \alpha \frac{\theta_1}{h} w_{,1} + 2(c_{11} + c_{12})\sqrt{\frac{G_{22}}{G_{11}}}\alpha \frac{\theta_1}{h} w_{,11} \right] d\vartheta d\varphi + \\ & + \frac{1}{2} \int \int \rho \left\langle h \left[\sqrt{\frac{G_{22}}{G_{11}}} \dot{u}^2 + \sqrt{G_{11}G_{22}} \dot{w}^2 \right] + \frac{h^3}{12} \left[\frac{\sqrt{G_{22}}}{G_{11}} \dot{w}_{,1}^2 - \frac{2k_2\sqrt{G_{22}}}{G_{11}} \dot{u}\dot{w}_{,1} + \right. \right. \\ & \left. \left. \left(\sqrt{G_{11}G_{22}} \frac{\alpha\dot{\theta}_1}{h} + 2\sqrt{G_{11}G_{22}}(k_1 + k_2)\alpha\dot{\theta}_0 \right) \dot{w} \right] d\vartheta d\varphi. \right. \end{aligned} \quad (4)$$

Здесь обозначено

$$\begin{aligned} c_{11} &= \frac{2(1-\nu)}{1-2\nu} G, \quad c_{12} = \frac{2\nu}{1-2\nu} G, \quad G = \frac{E}{2(1+\nu)}, \\ \beta_0 &= \frac{\sqrt{G_{22}}}{G_{11}}(c_{11}k_{1,1} + c_{12}k_{2,1}), \\ \beta_1 &= c_{11} \left[\frac{\sqrt{G_{22}}(\sqrt{G_{11}})_{,1}^2}{\sqrt{G_{11}G_{11}^2}} + \frac{(\sqrt{G_{22}})_{,1}^2}{G_{11}\sqrt{G_{11}G_{22}}} \right] - 2c_{12} \frac{(\sqrt{G_{22}})_{,1}(\sqrt{G_{11}})_{,1}}{G_{11}^2}, \\ \beta_2 &= -c_{11} \frac{\sqrt{G_{22}}(\sqrt{G_{11}})_{,1}}{G_{11}^2} + c_{12} \frac{(\sqrt{G_{22}})_{,1}}{G_{11}\sqrt{G_{11}}}, \\ \beta_3 &= c_{11} \left[\frac{\sqrt{G_{22}}(\sqrt{G_{11}})_{,1}}{G_{11}\sqrt{G_{11}}} k_{1,1} - \frac{(\sqrt{G_{22}})_{,1}}{G_{11}} k_{2,1} \right] + c_{12} \left[-\frac{(\sqrt{G_{22}})_{,1}}{G_{11}} k_{1,1} + \frac{\sqrt{G_{22}}(\sqrt{G_{11}})_{,1}}{G_{11}\sqrt{G_{11}}} k_{2,1} \right], \\ \beta_4 &= \frac{\sqrt{G_{22}}(\sqrt{G_{11}})_{,1}}{G_{11}} - \frac{(\sqrt{G_{22}})_{,1}}{\sqrt{G_{11}}}, \\ \beta_5 &= \sqrt{\frac{G_{22}}{G_{11}}}(c_{11}k_1 + c_{12}k_2), \\ \beta_6 &= \frac{\sqrt{G_{22}}(\sqrt{G_{11}})_{,1}}{G_{11}}(c_{11}k_1 + c_{12}k_2) - \frac{(\sqrt{G_{22}})_{,1}}{\sqrt{G_{11}}}(c_{11}k_2 + c_{12}k_1). \end{aligned} \quad (5)$$

Обращаясь к интегральному вариационному принципу Гамильтона

$$\delta \int_{t_1}^{t_2} L dt = 0. \tag{6}$$

получим сингулярную систему дифференциальных уравнений несвязной термоупругости композиции из оболочек вращения

$$\begin{aligned} & \sqrt{\frac{G_{22}}{G_{11}}} u_{,11} + \sqrt{G_{22}} \left(k_1 + \frac{c_{12}}{c_{11}} k_2 \right) w_{,1} + \left(\sqrt{\frac{G_{22}}{G_{11}}} \right)_{,1} u_{,1} + \left[\sqrt{G_{22}} \left(k_1 + \frac{c_{12}}{c_{11}} k_2 \right) \right]_{,1} w - \beta_7 u - \\ & - \frac{h^2}{12} \left[\sqrt{\frac{G_{22}}{G_{11}}} k_1^2 u - \frac{\beta_0}{c_{11}} w_{,11} + \frac{\beta_3}{c_{11}} w_{,1} \right] = \end{aligned} \tag{7}$$

$$\begin{aligned} & = \left(1 + \frac{c_{12}}{c_{11}} \right) \sqrt{G_{22}} \alpha \theta_{0,1} - \left(1 + \frac{c_{12}}{c_{11}} \right) \sqrt{G_{22}} (k_{1,1} + k_{2,1}) \frac{h}{12} \alpha \theta_1 + \frac{\rho}{c_{11}} \sqrt{\frac{G_{22}}{G_{11}}} u_{,11} - \rho \frac{h^2}{12} \frac{k_2}{c_{11}} \frac{\sqrt{G_{22}}}{G_{11}} w_{,11}, \\ & \sqrt{G_{22}} \left(k_1 + \frac{c_{12}}{c_{11}} k_2 \right) u_{,1} + \sqrt{G_{11} G_{22}} \left(k_1^2 + k_2^2 + 2 \frac{c_{12}}{c_{11}} k_1 k_2 \right) w + \left(\sqrt{G_{22}} \right)_{,1} \left(k_2 + \frac{c_{12}}{c_{11}} k_1 \right) u + \\ & + \frac{h^2}{12} \left[\left(\frac{1}{\sqrt{G_{11}}} \sqrt{\frac{G_{22}}{G_{11}}} w_{,11} + \beta_2' w_{,1} - \beta_0' u \right)_{,1} - (\beta_2' w_{,11} + \beta_1' w_{,1} + \beta_3' u)_{,1} \right] = \\ & = \left(1 + \frac{c_{12}}{c_{11}} \right) \sqrt{G_{11} G_{22}} (k_1 + k_2) \alpha \theta_0 + \frac{h^2}{12} \alpha (\beta_5' \theta_0)_{,11} + \frac{h^2}{12} \beta_6' \alpha \theta_0 - \\ & - \alpha \frac{h^2}{12} \left(1 + \frac{c_{12}}{c_{11}} \right) \left[\left(\sqrt{\frac{G_{22}}{G_{11}}} \frac{\theta_1}{h} \right)_{,11} + \left(\beta_4 \frac{\theta_1}{h} \right)_{,1} \right] + \frac{\rho}{c_{11}} \sqrt{G_{11} G_{22}} w_{,11} - \\ & - \frac{\rho h^2}{12 c_{11}} \left[\frac{\sqrt{G_{22}}}{G_{11}} w_{,111} - k_2 \frac{\sqrt{G_{22}}}{G_{11}} u_{,111} - \frac{\sqrt{G_{11} G_{22}}}{2} \alpha \left(\frac{\theta_{1,11}}{h} + 2(k_1 + k_2) \theta_{0,11} \right) \right], \end{aligned} \tag{8}$$

где $\beta_i' = \frac{\beta_i}{c_{11}}$, $\beta_7 = \frac{(\sqrt{G_{22}})_{,1}^2}{\sqrt{G_{11} G_{22}}} - \frac{c_{12}}{c_{11}} \left[\frac{(\sqrt{G_{22}})_{,1}}{\sqrt{G_{11}}} \right]_{,1}$.

Сингулярные коэффициенты в системе дифференциальных уравнений (7), (8) для рассматриваемой оболочки имеют вид

$$\begin{aligned} \beta_0' &= \frac{-\nu \cos \psi \sin \psi \sin^3(\psi + \theta)}{R^2 (1 - \nu) \sin \theta} (1 - H_1) + \frac{1}{R^2} \cos \psi \delta_1 - \frac{1}{R^2} \delta_2, \\ \beta_1' &= \frac{1}{R^2} \left\langle \frac{\sin^3(\psi + \theta)}{\sin \theta} \left(4 \cos^2(\psi + \theta) \sin^2 \theta + \sin^2 \psi - \frac{4\nu}{1 - \nu} \cos(\psi + \theta) \sin \theta \sin \psi \right) + \right. \\ & + \left. \left(\frac{\cos^2 \theta}{\sin \theta} - \frac{\sin^3(\psi + \theta)}{\sin \theta} \left(4 \cos^2(\psi + \theta) \sin^2 \theta + \sin^2 \psi - \frac{4\nu}{1 - \nu} \cos(\psi + \theta) \sin \theta \sin \psi \right) \right) H_1 + \right. \\ & \left. + \left(-2 \sin 2\theta - \frac{\cos^2 \theta}{\sin \theta} \right) H_2 \right\rangle, \\ \beta_3' &= \frac{1}{R} \left\langle \frac{\cos \psi \sin^2 \psi}{\sin^2 \theta} \left(\frac{\nu}{1 - \nu} \sin^2(\psi + \theta) \sin^2 \theta + 1 \right) + \left(0 - \frac{\cos \psi \sin^2 \psi}{\sin^2 \theta} \left(\frac{\nu}{1 - \nu} \sin^2(\psi + \theta) \sin^2 \theta + 1 \right) \right) H_1 \right\rangle + \\ & + \frac{1}{R} \left(\sin^3 \psi - \frac{\nu \sin \psi}{1 - \nu} \right) \delta_1, \\ \beta_4 &= \left\langle (2 \cos(\psi + \theta) \sin \theta - \sin \psi) + (-\cos \theta - (2 \cos(\psi + \theta) \sin \theta - \sin \psi)) H_1 + (-\sin 2\theta - (-\cos \theta)) H_2 \right\rangle, \\ \beta_5' &= \frac{1}{R} \left\langle \frac{\nu \cos \psi \sin^2(\psi + \theta)}{1 - \nu} + \left(\frac{\sin \theta}{1 - \nu} - \frac{\nu \cos \psi \sin^2(\psi + \theta)}{1 - \nu} \right) H_1 + \left(\frac{\nu \sin^2(\pi - \theta)}{1 - \nu} - \frac{\sin \theta}{1 - \nu} \right) H_2 \right\rangle, \\ \beta_6' &= \frac{1}{R} \left\langle \left(\frac{\sin \theta \cos \psi \sin(2\psi + 2\theta)}{1 - \nu} - \frac{\cos \psi \sin \psi \sin(\psi + \theta)}{\sin \theta} \right) + \left(-\frac{\cos \theta}{1 - \nu} - \right. \right. \end{aligned}$$

$$\beta_7 = \left\langle \frac{\sin^2 \psi}{\sin \theta \sin^2(\psi + \theta)} + \left(\frac{\cos^2 \theta}{\sin \theta} - \frac{\nu \sin \theta}{1 - \nu} - \frac{\sin^2 \psi}{\sin \theta \sin^2(\psi + \theta)} \right) H_1 + \left(0 - \left(\frac{\cos^2 \theta}{\sin \theta} - \frac{\nu \sin \theta}{1 - \nu} \right) \right) H_2 \right\rangle.$$

Температурные функции θ_p ($p=0,1$), входящие в правые части уравнений системы (7), (8), предварительно определяются путем интегрирования сингулярной системы дифференциальных уравнений [2].

$$\begin{aligned} & \frac{C_p \rho}{\lambda} \theta_{0,i} - \theta_{0,11} + 2 \left\langle \frac{1}{x} + \left(\frac{tg\chi}{R} - \frac{1}{x} \right) H_1 - \frac{tg\chi}{R} H_2 \right\rangle \theta_{0,1} + \frac{\kappa^+ + \kappa^-}{\lambda h} \theta_0 + \frac{h}{6R} (H_1 - H_2) \theta_{1,11} - \\ & \frac{htg\chi}{3R^2} (H_1 - H_2) \theta_{1,1} - \frac{\kappa^+ - \kappa^-}{2\lambda h} \theta_1 - \frac{1}{h} \left\langle \frac{1}{xtg\psi} + \left(\frac{2}{R} - \frac{1}{xtg\psi} \right) H_1 - \frac{1}{R} H_2 \right\rangle \theta_1 = \frac{1}{\lambda h} (\kappa^+ T^+ + \kappa^- T^-), \\ & \frac{2h}{R} (H_1 - H_2) \theta_{0,11} - \frac{htg\chi}{R^2} (H_1 - H_2) \theta_{0,1} + 3 \frac{\kappa^+ - \kappa^-}{\lambda h} \theta_0 + \frac{C_p \rho}{\lambda} \theta_{1,i} - \theta_{1,11} + \\ & + 2 \left\langle \frac{1}{x} + \left(\frac{tg\chi}{R} - \frac{1}{x} \right) H_1 - \frac{tg\chi}{R} H_2 \right\rangle \theta_{1,1} + 3 \frac{\kappa^+ + \kappa^-}{\lambda h} \theta_1 + \frac{12}{h^2} \theta_1 = \frac{6}{\lambda h} (\kappa^+ T^+ - \kappa^- T^-). \end{aligned}$$

Здесь обозначены: T^+ , T^- – температуры сред, омывающих внешнюю и внутреннюю поверхности композиции, κ^+ , κ^- – коэффициенты теплоотдачи основных поверхностей, ρ – плотность, λ – коэффициент теплопроводности, C_p – теплоемкость при постоянном напряжении, $\delta_i = \delta(\theta - \theta_i)$, $H_i = H(\theta - \theta_i)$ ($i=1, 2$) и $\theta_1 = \frac{\pi}{2} - \psi$, $\theta_2 = \frac{\pi}{2}$. При этом следует отметить, что все вычисления коэффициентов в уравнениях носят стандартный характер и легко проверяются.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белосточный Г.Н. Основные уравнения термоупругости из оболочек, гладко сопряженных между собой / Г.Н. Белосточный. Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2011. № 4. Ч. 5. С. 2013-2016.
2. Ульянова О. Динамические уравнения термоупругости композиции из оболочек вращения с термочувствительной толщиной / О. Ульянова, Г. Белосточный // Математические проблемы механики неоднородных структур / под общ. ред. И.А. Луковского, Г.С. Кита, Р.М. Кушнера. Львов: Институт прикладных проблем механики и математики им. Я.С. Подстригача, 2010. С. 198-201.

Белосточный Григорий Николаевич – доктор технических наук, профессор кафедры «Математическая теория упругости и биомеханики» Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского

Grigory N. Belostochny – Dr. Sc., Professor, Department of Mathematical Theory of Elasticity and Biomechanics Chernyshevsky Saratov State University

Мыльцина Ольга Анатольевна – магистрант механико-математического факультета Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского

Olga A. Myltcina – Graduate, Mechanics and Mathematics faculty Chernyshevsky Saratov State University

Статья поступила в редакцию 15.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

В.Ф. Кириченко, П.А. Самаркин

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОРМ ИЗ ФАЗОВОГО ПРОСТРАНСТВА ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ДИНАМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЛОГИХ ОБОЛОЧЕК

Исследуются особенности интегральных критериев динамической устойчивости на базе норм из фазового пространства в неклассической теории пологих оболочек.

Неклассическая теория пологих оболочек, уравнения математической физики, обобщенные решения нелинейных краевых задач

V.F. Kirichenko, P.A. Samarkin

APPLICATION OF THE PHASE SPACE NORMS IN THE ANALYSIS OF DYNAMIC BUCKLING OF SHALLOW SHELLS

Specifics of the integral criteria of dynamic buckling is analysed on the basis of the nonclassical theory of shallow shells.

Nonclassical theory of shallow shells, equations of mathematical physics, generalized solutions of nonlinear boundary-value problems

Понятие динамической устойчивости (или динамической потери устойчивости) оболочек вплоть до настоящего времени не имеет однозначного формального определения. Подобный факт является отражением большого многообразия в эволюционных состояниях оболочек и необходимости использования различных критериев при выявлении и описании таких состояний. В данной работе используются критерии Шю, Сунг и Рота [1]; Будянского и Рота [2], А.С. Вольмира [3] и, кроме того, различные варианты фазовых портретов.

Объектом исследования является следующая краевая задача для эволюционных уравнений «в смешанной форме», определяющих условия движения полой изотропной и однородной оболочки в рамках обобщенных гипотез Тимошенко (модель Пелеха – Шереметьева):

$$\int_{-\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}} \left(\rho A \frac{\partial^2}{\partial t^2} \left[Au_{i1} - B \frac{\partial u_{30}}{\partial x_i} \right] + \varepsilon_i A \frac{\partial}{\partial t} \left[Au_{i1} - B \frac{\partial u_{30}}{\partial x_i} \right] - A \frac{\partial \sigma_{ii}}{\partial x_i} - A \frac{\partial \sigma_{12}}{\partial x_{3-i}} + C \sigma_{i3} \right) dx_3 = 0, \quad (1)$$

$$i = \overline{1,2};$$

$$\int_{-\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}} \left(\rho \frac{\partial^2 u_{30}}{\partial t^2} + \varepsilon_3 \frac{\partial u_{30}}{\partial t} + \sum_{i=1}^2 \left\{ \rho B \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\frac{\partial^2}{\partial t^2} \left[Au_{i1} - B \frac{\partial u_{30}}{\partial x_i} \right] \right) + \varepsilon_i B \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\frac{\partial}{\partial t} \left[Au_{i1} - B \frac{\partial u_{30}}{\partial x_i} \right] \right) - B \frac{\partial^2 \sigma_{ii}}{\partial x_i^2} - B \frac{\partial^2 \sigma_{12}}{\partial x_{3-i} \partial x_i} - C \frac{\partial \sigma_{i3}}{\partial x_i} \right\} \right) dx_3 -$$

$$- \kappa_1 \frac{\partial^2 F}{\partial x_2^2} - \kappa_2 \frac{\partial^2 F}{\partial x_1^2} - L(u_{30}, F) = g(x_1, x_2, t);$$

$$\frac{1}{Eh} \Delta^2 F = -\kappa_1 \frac{\partial^2 u_{30}}{\partial x_2^2} - \kappa_2 \frac{\partial^2 u_{30}}{\partial x_1^2} - \frac{1}{2} L(u_{30}, u_{30}); \quad (3)$$

$$(x_1, x_2) \in \Omega = (0, a) \times (0, b)$$

$$u_{30}|_{\Gamma} = 0, \quad \frac{\partial^2 u_{30}}{\partial n^2} \Big|_{\Gamma} = 0, \quad F|_{\Gamma} = 0, \quad \frac{\partial^2 F}{\partial n^2} \Big|_{\Gamma} = 0, \quad (4)$$

$$u_{11}(x_1, 0, t) = 0, \quad u_{11}(x_1, b, t) = 0, \quad \frac{\partial u_{11}(0, x_2, t)}{\partial x_1} = 0, \quad \frac{\partial u_{11}(a, x_2, t)}{\partial x_1} = 0, \quad (5)$$

$$u_{21}(0, x_2, t) = 0, \quad u_{21}(a, x_2, t) = 0, \quad \frac{\partial u_{21}(x_1, 0, t)}{\partial x_2} = 0, \quad \frac{\partial u_{21}(x_1, b, t)}{\partial x_2} = 0,$$

$$u_{30}(x_1, x_2, 0) = \varphi_{30}(x_1, x_2), \quad \frac{\partial u_{30}(x_1, x_2, 0)}{\partial t} = \psi_{30}(x_1, x_2), \quad (6)$$

$$u_{i1}(x_1, x_2, 0) = \varphi_{i1}(x_1, x_2), \quad \frac{\partial u_{i1}(x_1, x_2, 0)}{\partial t} = \psi_{i1}(x_1, x_2), \quad i = \overline{1, 2}. \quad (7)$$

В задаче (1)-(7) и всюду далее приняты следующие условные обозначения:

$$\begin{aligned} \Delta^2(\cdot) &= \Delta(\Delta(\cdot)), \quad \Delta(\cdot) = \frac{\partial^2(\cdot)}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2(\cdot)}{\partial x_2^2}; \\ A &= \left(x_3 - \frac{4x_3^3}{3h^2} \right), \quad B = \frac{4x_3^3}{3h^2}, \quad C = 1 - \frac{4x_3^2}{h^2}; \\ \sigma_{ii} &= \frac{1}{h} \frac{\partial^2 F}{\partial x_{3-i}^2} + \frac{E}{1-\nu^2} \left(A \left[\frac{\partial u_{i1}}{\partial x_i} + \nu \frac{\partial u_{3-i1}}{\partial x_{3-i}} \right] - B \left[\frac{\partial^2 u_{30}}{\partial x_i^2} + \nu \frac{\partial^2 u_{30}}{\partial x_{3-i}^2} \right] \right), \\ \sigma_{12} &= -\frac{1}{h} \frac{\partial^2 F}{\partial x_1 \partial x_2} + \frac{E}{2(1+\nu)} \left(A \left[\frac{\partial u_{11}}{\partial x_2} + \frac{\partial u_{21}}{\partial x_1} \right] - B \left[2 \frac{\partial^2 u_{30}}{\partial x_1 \partial x_2} \right] \right), \\ \sigma_{i3} &= \frac{E}{2(1+\nu)} C \left[u_{i1} + \frac{\partial u_{30}}{\partial x_i} \right], \quad i = \overline{1, 2}; \\ \Gamma &= \partial\Omega \times [0, T], \quad \overline{\Omega} = \Omega \cup \partial\Omega, \quad \Omega \subset \mathbb{R}^2, \quad Q = \Omega \times (0, T), \\ D &= \Omega \times \left(-\frac{h}{2}, \frac{h}{2} \right), \quad D \in \mathbb{R}^3; \quad (x_1, x_2) \in \overline{\Omega}, \quad x_3 \in \left[-\frac{h}{2}, \frac{h}{2} \right], \quad h > 0; \end{aligned}$$

здесь Ω – измеримая по Лебегу односвязная область в евклидовом пространстве \mathbb{R}^2 с границей $\partial\Omega$; $\overline{D} = \overline{\Omega} \times \left[-\frac{h}{2}, \frac{h}{2} \right]$ – область в пространстве \mathbb{R}^3 , занимаемая оболочкой в недеформированном состоянии; n – внешняя единичная нормаль к плоской кривой $\partial\Omega$; h – постоянная толщина оболочки; ρ – постоянная плотность материала оболочки; $[0, T]$ – отрезок времени наблюдения за эволюцией оболочки; функция $u_{30}(x_1, x_2, t)$ определяет прогиб оболочки в момент времени $t \in [0, T]$; κ_i – ($i = \overline{1, 2}$) постоянные начальные кривизны оболочки; $F(x_1, x_2, t)$ – искомая функция усилий; $u_{30}(x_1, x_2, t)$, $u_{i1}(x_1, x_2, t)$ ($i = \overline{1, 2}$) – искомые функции, определяющие коэффициенты в аппроксимации вектора перемещений точек оболочки; $g(x_1, x_2, t)$ – интенсивность поперечной нагрузки; $\varphi_{i1}(x_1, x_2)$, $\varphi_{30}(x_1, x_2)$, $\psi_{i1}(x_1, x_2)$, $\psi_{30}(x_1, x_2)$ – известные функции, определяющие начальные условия (6), (7), $i = \overline{1, 2}$; ε_1 , ε_2 , ε_3 – постоянные коэффициенты демпфирования; E , ν – упругие постоянные, $E > 0$, $0 < \nu < 1/2$.

Краевая задача (1)-(7) получена по методике из [4].

Далее будем использовать обозначения, в том числе функциональных пространств и норм, из [5].

Теорема. Пусть выполняются такие условия:

$$\begin{aligned} g &\in L^2(Q), \quad \varphi_{30} \in H^2(\Omega), \quad \psi_{30} \in H^1(\Omega). \\ \varphi_{i1} &\in H^1(\Omega), \quad \psi_{i1} \in L^2(\Omega), \quad i = \overline{1, 2}; \end{aligned} \quad (8)$$

Тогда:

– существует хотя бы одно решение $\{\tilde{u}_{i1}, \tilde{u}_{30}, \tilde{F}\}$ задачи (1) – (7), при этом

$$\begin{aligned} \tilde{u}_{30}, \tilde{F} &\in L^\infty(t_0, t_1; H^2(\Omega)); \quad \tilde{u}_{i1}, \frac{\partial \tilde{u}_{30}}{\partial t} \in L^\infty(t_0, t_1; H^1(\Omega)), \\ \frac{\partial \tilde{u}_{i1}}{\partial t} &\in L^\infty(t_0, t_1; L^2(\Omega)); \end{aligned} \quad (9)$$

– приближенное решение задачи (1)-(7) может быть найдено методом Бубнова – Галеркина по схеме Власова, при этом, всё множество получаемых приближенных решений слабо компактно в пространствах соответствующих (9) и его предельные точки определяют решение задачи (1)-(7).

Доказательство теоремы проводится по методике из [6].

Для последующих численных экспериментов задача (1)-(7) приводится к безразмерной форме, при этом размерные параметры (с чёрточкой) связаны с безразмерными (без чёрточки) следующими соотношениями:

$$\begin{aligned} \bar{u}_{30} &= hu_{30}, & \bar{x}_1 &= ax_1, & \bar{x}_2 &= bx_2, & \bar{k}_1 &= \frac{h}{a^2}k_1, & \bar{k}_2 &= \frac{h}{b^2}k_2, \\ \bar{g} &= \frac{Eh^4}{a^2b^2}g, & \bar{t} &= \frac{ab}{h}\sqrt{\frac{\rho}{E}}t, & \bar{\varepsilon}_j &= \frac{h}{ab}\sqrt{\rho E}\varepsilon_j, & j &= \overline{1,3}, \\ \lambda &= \frac{a}{b}, & \lambda_1 &= \frac{h}{a}, & \lambda_2 &= \frac{h}{b}, & \bar{u}_{11} &= \frac{h}{a}u_{11}, & \bar{u}_{21} &= \frac{h}{b}u_{21}, \end{aligned} \quad (10)$$

$$\bar{F} = Eh^3F, \quad (11)$$

где h – постоянная толщина оболочки, a и b – исходные размеры оболочки в плане, ρ – плотность материала оболочки, E – модуль Юнга.

Для численного решения задачи (1)-(7) используется метод Бубнова-Галёркина с последующим применением метода Рунге-Кутты с шагом 0,0001 на этапе решения задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений.

При реализации метода Бубнова-Галёркина задается следующая аппроксимация определяющих функций в безразмерной форме:

$$\begin{aligned} u_{11}^{m_1} &= \sum_{i=1}^{n_1} \sum_{j=1}^{n_2} g_{1ij}(t) \frac{1}{\sqrt{i^2 + j^2}} \cdot \cos(i\pi x_1) \cdot \sin(j\pi x_2), & m_1 &= n_1 \times n_2; \\ u_{21}^{m_2} &= \sum_{i=1}^{n_3} \sum_{j=1}^{n_4} g_{2ij}(t) \frac{1}{\sqrt{i^2 + j^2}} \cdot \sin(i\pi x_1) \cdot \cos(j\pi x_2), & m_2 &= n_3 \times n_4; \\ u_{30}^{m_3} &= \sum_{i=1}^{n_5} \sum_{j=1}^{n_6} g_{30ij}(t) \frac{1}{(i^2 + j^2)} \cdot \sin(i\pi x_1) \cdot \sin(j\pi x_2), & m_3 &= n_5 \times n_6; \\ F^{m_4} &= \sum_{i=1}^{n_7} \sum_{j=1}^{n_8} g_{ij}(t) \frac{1}{(i^2 + j^2)} \cdot \sin(i\pi x_1) \cdot \sin(j\pi x_2), & m_4 &= n_7 \times n_8; \end{aligned} \quad (12)$$

Результаты численных экспериментов по сходимости метода Бубнова-Галёркина показали, что достаточным для проводимых исследований является следующее число базисных функций в аппроксимации (12):

$$m_1 = m_2 = m_3 = m_4 = 49, \text{ при } n_k = n_{k+1}, k = 1, 3, 5, 7 \quad (13)$$

Исследование динамической потери устойчивости оболочек предполагает ограниченность отрезка времени наблюдения $[0, T]$ и с этой точки зрения такое исследование соответствует технической теории устойчивости движения. Значение длины отрезка $[0, T]$ проявляется, например, при анализе графиков на рис. 4: если на указанном рисунке положить $[0, T] = [0, 0.25]$, то ни один из выбранных критериев не указывает на динамическую потерю устойчивости оболочки, однако если $[0, T] = [0, 4]$, то все критерии выявляют наличие такой потери устойчивости.

Всюду далее полагаем, что

$$[0, T] = [0, 4], \quad \lambda = 1, \quad \lambda_1 = \lambda_2 = \frac{1}{56}, \quad \varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 0, \quad \varepsilon_3 = 3, \quad \nu = 0.3, \quad g(x_1, x_2, t) = \text{const} \in R,$$

$$\varphi_{30} = \psi_{30} = 0, \quad \varphi_{i1} = \psi_{i1} = 0, \quad i = \overline{1, 2}.$$

Как известно [3], критерии динамической устойчивости оболочек основаны на анализе эволюции отдельных точек оболочек (в частности, центральной точки), но оболочка является континуальной механической системой с бесконечномерным фазовым пространством и её эволюцию следует наблюдать именно в этом пространстве. Непосредственно из приведенной выше теоремы

следует, что задача (1)-(7) имеет решение, а фазовое пространство Φ , соответствующее исследуемой модели оболочки, определяется как прямое произведение конфигурационного пространства V и пространства скоростей W , то есть $\Phi = V \times W$, при этом

$$V = H^1(\Omega) \times H^1(\Omega) \times H^2(\Omega), \quad W = L^2(\Omega) \times L^2(\Omega) \times H^1(\Omega).$$

Для любой вектор-функции $\bar{u} = (u_{11}, u_{21}, u_{30})$ квадрат нормы в пространстве Φ имеет такой вид:

$$\begin{aligned} \|\bar{u}\|_{\Phi}^2 &= \|\bar{u}\|_V^2 + \|\bar{u}\|_W^2, \quad \text{где} \\ \|\bar{u}\|_V^2 &= \|u_{11}\|_{H^1}^2 + \|u_{21}\|_{H^1}^2 + \|u_{30}\|_{H^2}^2, \quad \|\bar{u}\|_W^2 = \left\| \frac{\partial u_{11}}{\partial t} \right\|_{L^2}^2 + \left\| \frac{\partial u_{21}}{\partial t} \right\|_{L^2}^2 + \left\| \frac{\partial u_{30}}{\partial t} \right\|_{H^1}^2 \end{aligned} \quad (14)$$

Учитывая норму фазового пространства из (14), введем в рассмотрение функции $X(t)$, $X_1(t)$, $P(t)$ и параметры t_1 , t_2 , определяемые по следующим правилам:

$$\begin{aligned} X(t) &= \left(\int_0^1 \int_0^1 \left[u_{11}^2 + \left(\frac{\partial u_{11}}{\partial x_1} \right)^2 + \left(\frac{\partial u_{11}}{\partial x_2} \right)^2 + u_{21}^2 + \left(\frac{\partial u_{21}}{\partial x_1} \right)^2 + \left(\frac{\partial u_{21}}{\partial x_2} \right)^2 + \right. \right. \\ &\quad \left. \left. + u_{30}^2 + \left(\frac{\partial u_{30}}{\partial x_1} \right)^2 + \left(\frac{\partial u_{30}}{\partial x_2} \right)^2 + \left(\frac{\partial^2 u_{30}}{\partial x_1^2} \right)^2 + 2 \left(\frac{\partial^2 u_{30}}{\partial x_1 \partial x_2} \right)^2 + \left(\frac{\partial^2 u_{30}}{\partial x_2^2} \right)^2 \right] dx_1 dx_2 \right)^{1/2}; \end{aligned} \quad (15)$$

$$X_1(t) = \left(\int_0^1 \int_0^1 \left[u_{11}^2 + \left(\frac{\partial u_{11}}{\partial x_1} \right)^2 + \left(\frac{\partial u_{11}}{\partial x_2} \right)^2 \right] \right)^{1/2}; \quad (16)$$

$$P(t) = \left(\int_0^1 \int_0^1 \left[\left(\frac{\partial u_{11}}{\partial t} \right)^2 + \left(\frac{\partial u_{21}}{\partial t} \right)^2 + \left(\frac{\partial u_{30}}{\partial t} \right)^2 + \left(\frac{\partial^2 u_{30}}{\partial t \partial x_1} \right)^2 + \left(\frac{\partial^2 u_{30}}{\partial t \partial x_2} \right)^2 \right] dx_1 dx_2 \right)^{1/2}; \quad (17)$$

t_1 – время достижения $\max_{t \in [0, T]} u_{30}(0,5;0,5; t)$; t_2 – время достижения $\max_{t \in [0, T]} X(t)$.

На рис. 1-4 представлены результаты численного исследования задачи (1)-(7) в безразмерной форме (далее для краткости будем называть критерии и графики, определяемые для конкретных точек оболочки – локальными, а использующие функции $X(t)$, $X_1(t)$, $P(t)$ – интегральными):

1. На всех рисунках представлены результаты определения «динамической критической нагрузки» $g_{кр}$ при различных кривизнах, в частности все критерии указывают, что при $k_1 = k_2 = 15$, $g_{кр} = 82$, а при $k_1 = k_2 = 24$, $g_{кр} = 245$.

2. Из рис. 1 в, г и 2 б видно, что интегральные и локальные графики не совпадают: у интегрального графика появляется «ступенька» – этот факт соответствует учету в интегральной форме функций u_{30} , u_{11} , u_{21} и их производных (в локальных графиках подобная информация отсутствует).

3. На рис. 3 представлены локальные и интегральные фазовые портреты в «расширенном» фазовом пространстве при $k_1 = k_2 = 24$ (при других кривизнах наблюдается такое же соответствие между локальными и интегральными графиками).

4. На рис. 4 представлен критерий А.С. Вольмира в локальной и интегральной формах при $k_1 = k_2 = 24$ для различных компонент вектора перемещений.

Выводы

1. Все используемые критерии определяют одно и то же значение нагрузки $g_{кр} = g(x_1, x_2, t) = const$, при которой наблюдается динамическая потеря устойчивости оболочек, однако интегральная форма критериев как Будянского и Рота, так и Шю, Сунг и Рота обладает большей гладкостью, оставляя меньше возможностей для совершения ошибки при определении критической нагрузки.

2. Построение интегральных графиков (рис. 1г) позволяет выявить влияние функций u_{30} , u_{11} , u_{21} и производных таких функций на эволюцию пологих оболочек при различных значениях параметров k_1 , k_2 (следует отметить, что в локальном варианте критерия Шю, Сунг и Рота

рассмотрение ведется в центральной точке, где функции углов поворота нормали равны нулю, но производные от таких функций могут и не быть равными нулю в этой точке).

3. Интегральные фазовые портреты (рис. 3б) наглядно характеризуют эволюцию оболочки в целом, по всему плану Ω и, тем самым, соответствуют ее рассмотрению как распределенной механической системы, в бесконечномерном фазовом пространстве Φ – в этом смысле геометрическое подобие интегральных и локальных фазовых портретов (рис. 3а,б) может рассматриваться как доказательство возможности при равномерно распределенной нагрузке g использовать локальные портреты в качестве критериев динамической потери устойчивости оболочек.

4. Графики функций $X(t)$, $X_I(t)$ на рис. 4 в, г показывают, что каждый из них может быть принят за интегральный критерий А.С. Вольмира.

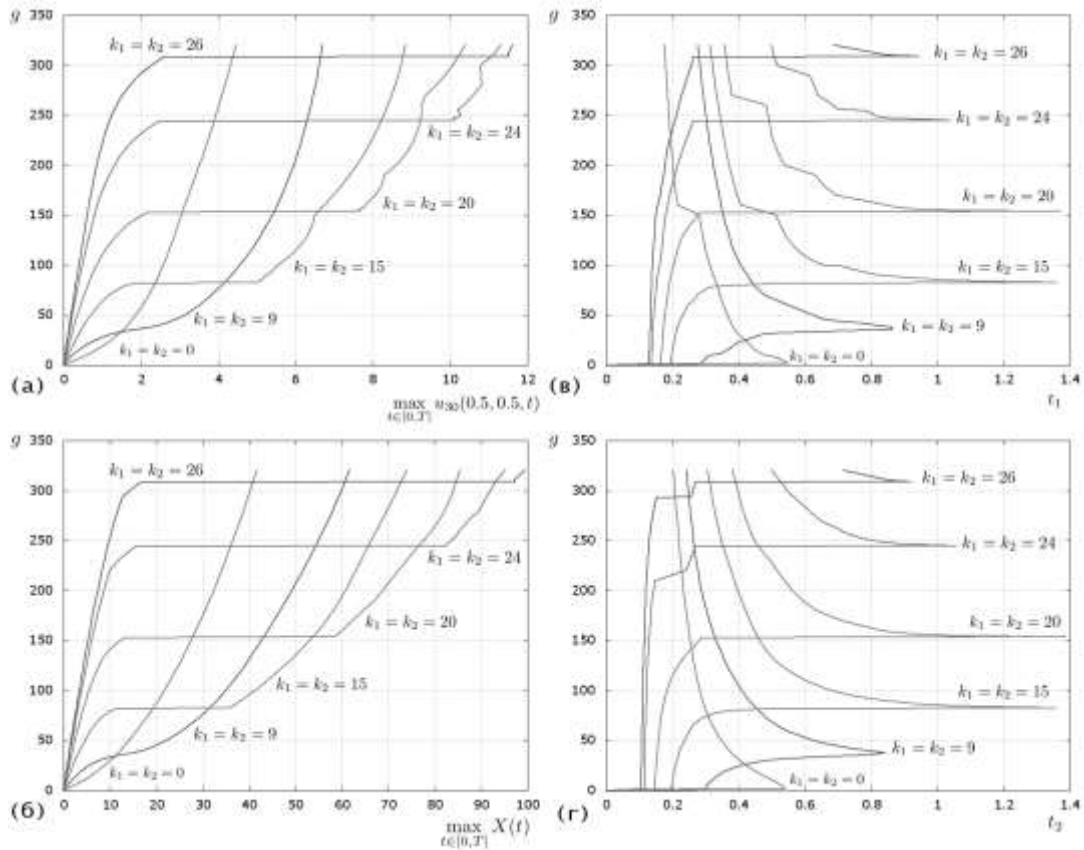


Рис. 1. Критерии Будянского и Рота в локальной (а) и интегральной (б) формах; Шю, Сунг и Рота в локальной (в) и интегральной (г) формах

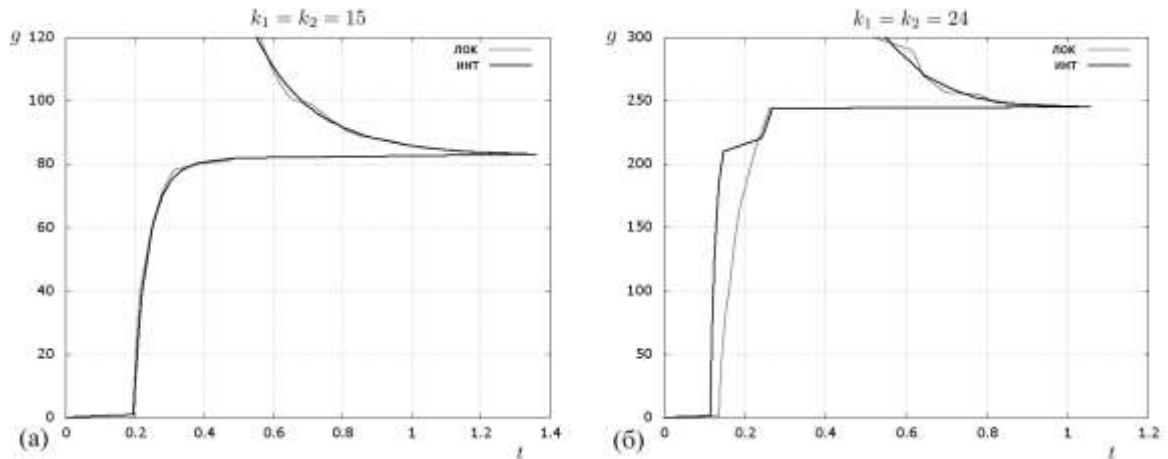


Рис. 2. Критерий Шю, Сунг и Рота в локальной и интегральной форме для значений кривизны 15 (а) и 24 (б)

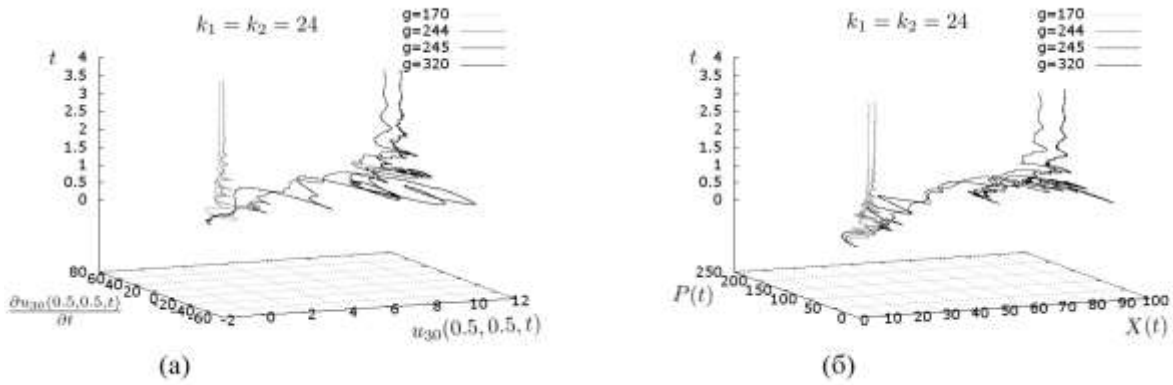


Рис. 3. Графики фазовых портретов локальные (а) и интегральные (б)

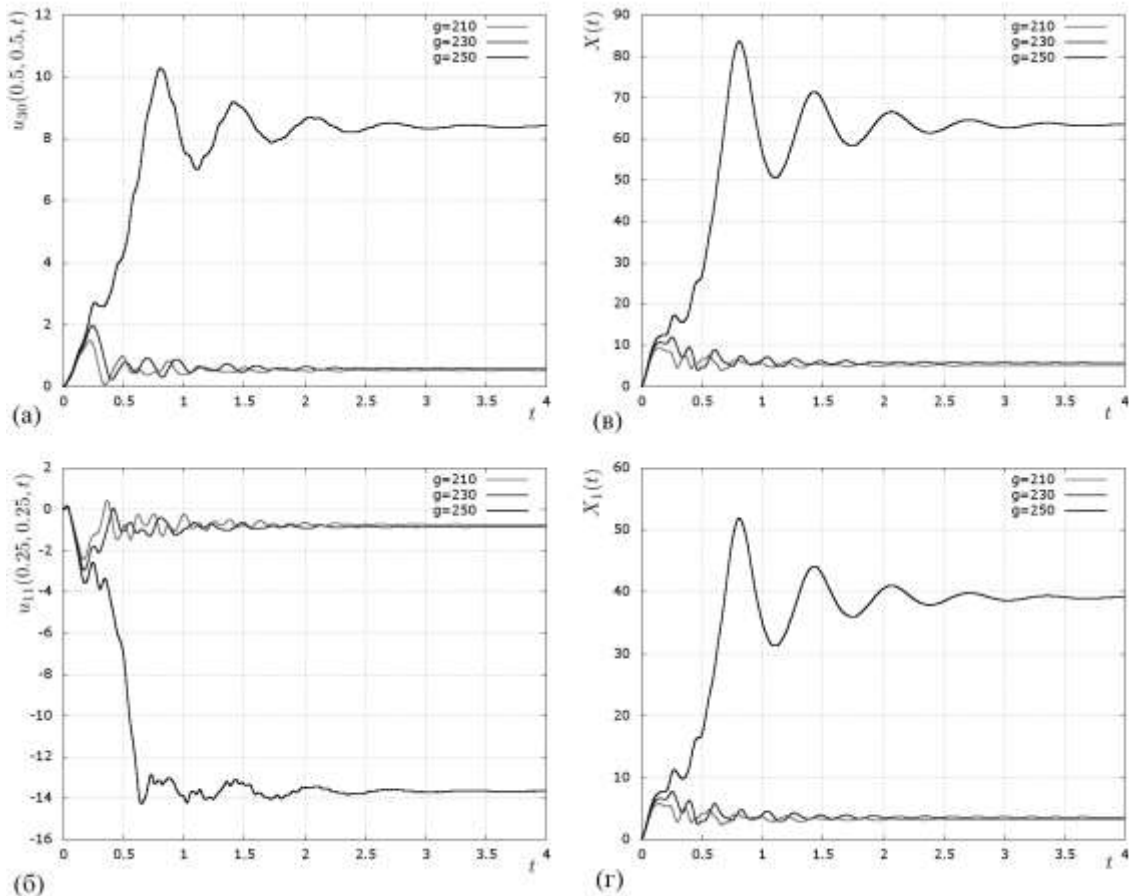


Рис. 4. Локальные графики функций прогиба (а) и функции угла поворота нормали (б) и графики функций $X(t)$ (в) и $X_1(t)$ (г) для $k_1=k_2=24$

ЛИТЕРАТУРА

1. Shiau A.C., Soong T.T. and Roth R.S. Dynamic Buckling of Conical Shells with Imperfections / A.C. Shiau, T.T. Soong, R.S. Roth // AIAA Journal. Vol. 12. № 6. July, 1974. P. 755.
2. Budiansky B. and Roth R.S. Axisymmetric Dynamic Buckling of Clamped Shallow Spherical Shells. TN D-1510, 1962, NASA, P. 597-606.
3. Крысько В.А. Нелинейная статика и динамика неоднородных оболочек / В.А. Крысько. Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 1976. 216 с.
4. Кириченко В.Ф. «Проекционные» условия движения термоупругого деформируемого твердого тела и их применение в теории многослойных ортотропных оболочек / В.Ф. Кириченко // Труды XVIII Международной конференции по теории оболочек и пластин. Саратов: СГТУ, 1997. Т. 1. С. 144-155.
5. Лионс Ж.-Л. Некоторые методы решения нелинейных краевых задач / Ж.-Л. Лионс. М.: Мир, 1972. 587 с.

6. Кириченко В.Ф. Качественный анализ эволюционных уравнений в неклассической теории пологих оболочек с начальными неправильностями / В.Ф. Кириченко, П.А. Самаркин // Вестник СГТУ, 2011. №3 (57). Вып. 1. С. 34-40.

Кириченко Валерий Федорович –
доктор физико-математических наук, профессор
кафедры «Математика и моделирование»
Саратовского государственного технического
университета имени Гагарина Ю.А.

Valery F. Kirichenko –
Dr. Sc., Professor
Department of Mathematics and Modeling
Gagarin Saratov State Technical University

Самаркин Павел Александрович –
аспирант кафедры «Математика
и моделирование» Саратовского
государственного технического университета
имени Гагарина Ю.А.

Pavel A. Samarkin –
Postgraduate,
Department of Mathematics and Modeling
Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 25.10.11, принята к опубликованию 01.12.11

ФИЗИКА, РАДИОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

УДК 538.911

С.Г. Гестрин, Е.К. Сергеева

ЧИСЛЕННЫЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ РЭЛЕЯ

Предложен новый численный метод, основанный на совместном использовании метода Рунге-Кутты и метода бисекции, алгоритм которого основан на поэтапной корректировке одного из граничных условий, позволяющий найти решение уравнения Рэлея на отрезке, содержащем сингулярность.

Уравнение Рэлея, метод Рунге – Кутта, метод бисекции, ветровая неустойчивость, панельный флаттер

S.G. Gestrin, E.K. Sergeeva

NUMERICAL METHOD FOR THE RESEARCH OF THE RAYLEIGH DIFFERENTIAL EQUATION

We propose a new numerical method based on the joint use of the Runge - Kutta and bisection method. This algorithm is based on the incremental adjustment of one of the boundary conditions to find the solution for the Rayleigh equation on the interval containing singularity.

Rayleigh equation, Runge-Kutta method, bisection method, wind instability, panel flutter

Одна из основных задач теории гидродинамической неустойчивости – это задача о генерации волновых возмущений сдвиговыми потоками [1]. Наиболее сложным в этой связи является вопрос о взаимодействии волн различной природы с течением, в котором скорость меняется непрерывным образом.

В [2] было показано, что нарастание волн на поверхности глубокой воды связано с их резонансным взаимодействием с воздушным течением над поверхностью. Резонансное усиление поверхностных волн происходит в критическом слое сдвигового потока, где его скорость $U_0(y_c)$ близка к фазовой скорости поверхностной волны. Данный механизм называют ветровой неустойчивостью.

В [3, 4] было показано, что механизм ветровой неустойчивости может приводить к усилению колебаний пластины при ее взаимодействии со сдвиговым газодинамическим течением. Данный эффект называют панельным флаттером.

Рассмотрим несжимаемую идеальную жидкость, находящуюся между колеблющейся пластиной, поверхности которой соответствует $y = y_1 = 0$, и твердой стенкой $y = y_2$. Жидкость движется со скоростью $\vec{V}_0 = (U_0(y), 0)$. Амплитуда колебаний функции тока ψ при этом, как известно, удовлетворяет уравнению Рэлея [1 - 4]:

$$\frac{d^2\psi}{dy^2} - \left(\frac{U''(y)}{U(y) - \omega/k} + k^2 \right) \psi = 0. \quad (1)$$

Заметим, что уравнение (1) играет центральную роль в теории неустойчивости сдвиговых течений. Оно содержит особенность в точке y_c , где скорость потока совпадает с фазовой скоростью волновых возмущений: $U_0(y_c) = \omega/k$.

Для построения решения уравнения Рэлея применим численный метод, в основе которого лежат метод Рунге-Кутты и метод бисекции [5]. Запишем уравнение (1) в приближенной форме, разлагая $U_0(y)$ в ряд Тейлора вблизи точки y_c :

$$\frac{d^2\psi}{dy^2} - \left(\frac{U_0''(y_c)}{U_0'(y_c)(y - y_c)} + k^2 \right) \psi = 0. \quad (2)$$

Представляя уравнение (2) в виде эквивалентной системы двух уравнений первого порядка для функций $w_1 = \psi(y)/\psi(0)$, $w_2 = (\psi(y)/\psi(0))'$, получим

$$\begin{cases} w_1' = w_2, \\ w_2' = w_1 \left(\frac{\beta}{y - y_c} + k^2 \right), \end{cases} \quad \beta \equiv \frac{U_0''(y_c)}{U_0'(y_c)}, \quad \begin{pmatrix} w_1(0) = 1 \\ w_2(0) \end{pmatrix}. \quad (3)$$

Граничное условие $w_1(0) = 1$ является очевидным, в то время как $w_2(0)$ не определено. В дальнейшем будем искать решение системы (3) на отрезке $[y_1, y_2]$, где $y_2 = 0$. Потребуем также выполнения условия $w_1(y_1) = 0$. Физически оно означает, что на расстоянии y_1 от колеблющейся пластины находится твердая стенка, на поверхности которой нормальная к ней компонента скорости $v_y(y_1) = -\partial\psi/\partial x(y_1) = 0$.

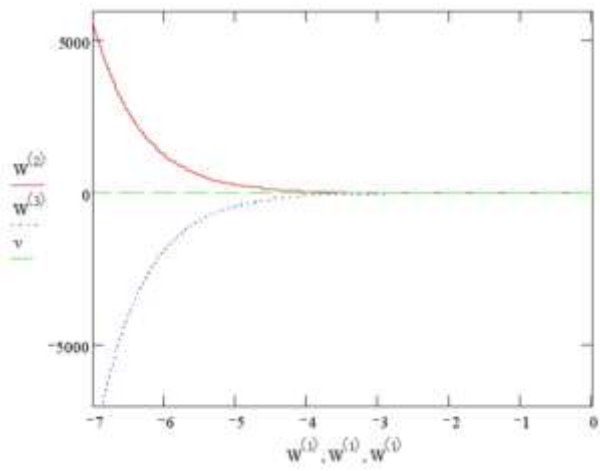
Значение $w_2(0)$ должно быть подобрано таким образом, чтобы $w_1(y_1) = 0$. Для примера приведем результаты в случае $y_1 = -7$, $k = 1,5$, $\beta = -0,05$, $y_c = -1$. Для начала в качестве пробного значения возьмем $w_2(0) = 1$. При отсутствии резонансного слагаемого в уравнении Рэлея $\beta \equiv 0$, из условия $w_2(0) = 1$ следует, что решение представляет собой при $y < 0$ одну лишь затухающую с удалением от пластины экспоненту $\psi(y) = \psi(0)\exp(ky)$. С появлением резонансного слагаемого $\beta \neq 0$ появляется примесь также нарастающего решения.

На рис. 1 приведен результат поэтапной корректировки граничного условия $w_2(0)$. В виде сплошной линии представлена зависимость $w_1(y)$, линия из точек – $w_2(y)$, пунктирная линия – $w(y) = \exp(1,5y)$, $w^{(1)} \equiv y$. Для расчетов использовался метод Рунге-Кутты четвертого порядка с постоянным шагом на сетке из 30000 равноотстоящих узлов. В качестве первого пробного значения полагаем $w_2(0) = 1$ и получаем решение системы (3) по методу Рунге-Кутты (см. рис. 1 а).

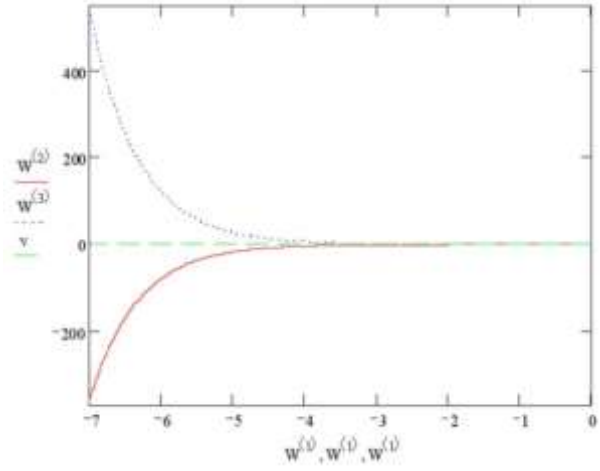
Обращаем внимание на знак решения в точке $y_1 = -7$. Для изменения $w_2(0)$ задаем некоторый шаг h , например, $\Delta w(0) = h = 0,5$. Снова ищем решение (3) уже для нового значения $w_2(0) = 1 + 0,5 = 1,5$ (см. рис. 1 б). Если знак решения в точке $y_1 = -7$ не изменился, то сдвигаемся еще на один шаг h вправо, при этом новое значение $w_2(0) = 2$, если же знак изменился, то делим шаг $h/2$ пополам, сдвигаемся влево и ищем решение для $w_2(0) = 1,5 - 0,25 = 1,25$ (см. рис. 1 в). При этом новый шаг $\Delta w(0) = 0,25$. Продолжаем эту процедуру, смещаясь при изменении знака решения, в точке $y_1 = -7$ на полшага назад. В случае если знак решения не изменяется, то на полшага вперед (см. рис. 1 г, д) и т.д. На рис. 1 е приведен результат на 16-м этапе.

Видно, что в точке $y_1 = -7$ значение функции $w_1(-7) = -0,0625$ уже совсем мало отличается от 0. Продолжая выполнение данного алгоритма, можно добиться того, чтобы условие $w_1(-7) = 0$ выполнялось с любой наперед заданной степенью точности $|w_1(y_1)| < \varepsilon$.

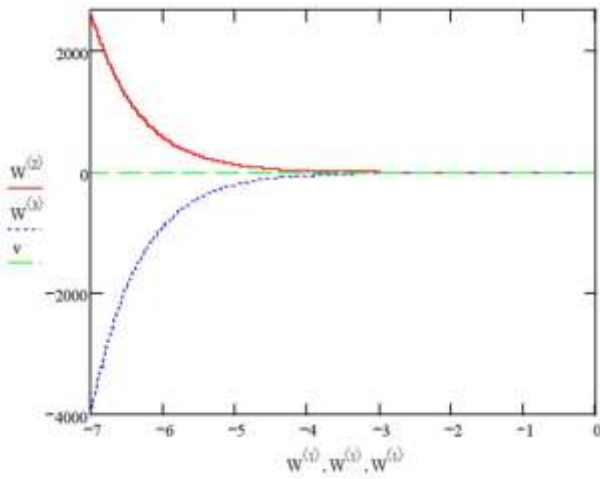
На рис. 2 представлены окончательные результаты расчетов для $\beta = -0,3; -0,7$. Видно, что с увеличением значимости резонансного слагаемого (ростом $|\beta|$) отличие $w_1(y)$ от $\exp(ky)$ становится более заметным, чем на рис. 1 е. Начиная с определенных значений β , поведение решения меняется качественным образом. Если при малых β решение всюду убывает с удалением от $y_2 = 0$, то при больших β наблюдается рост вплоть до резонансного слоя, а лишь затем начинается спад (см. рис. 2 б).



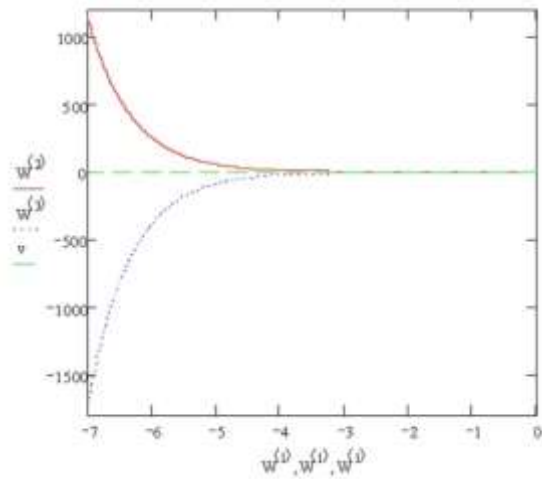
а



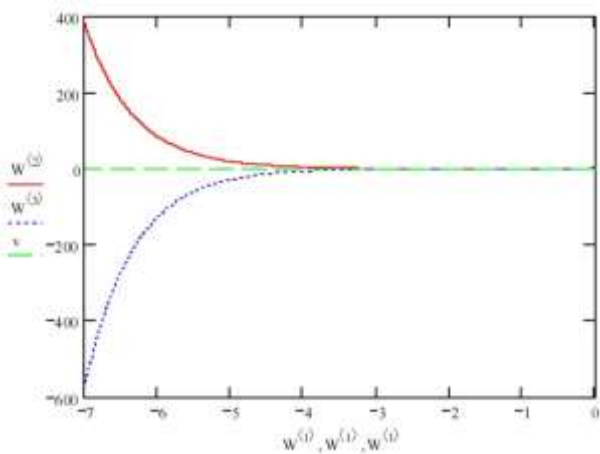
б



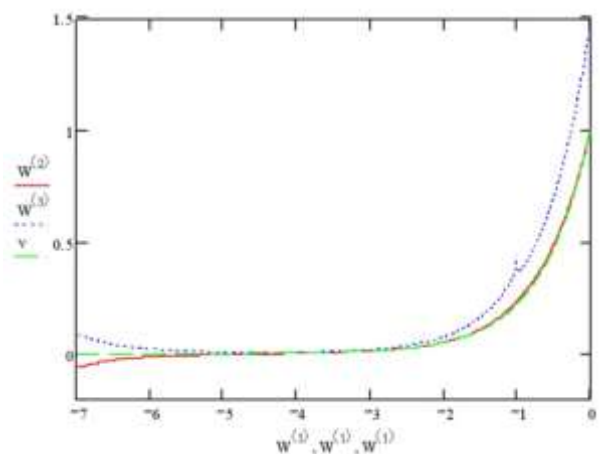
в



г



д



е

Рис. 1. Расчетные кривые при $\beta = -0,05$: а – $w2(0) = 1$; б – $w2(0) = 1,5$; в – $w2(0) = 1,25$; г – $w2(0) = 1,375$; д – $w2(0) = 1,4375$; е – $w2(0) = 1,4700938$

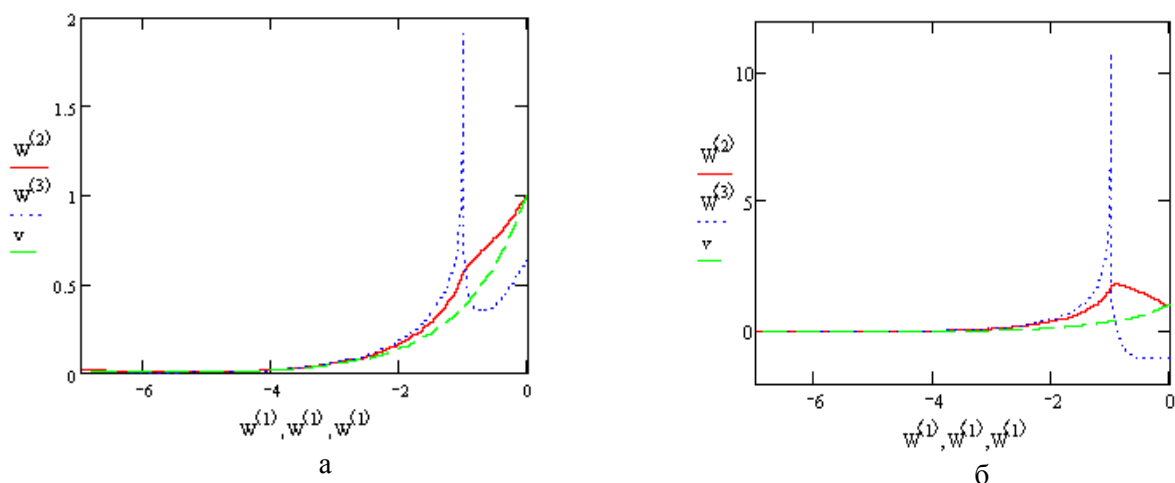


Рис. 2. Расчетные кривые при $k = 1$: а – $\beta = -0,3$, $w_2(0) = 0,6437$; б) $\beta = -0,7$, $w_2(0) = -1,0368$

Таким образом, создан численный метод, основанный на методе Рунге - Кутты и методе бисекции, позволяющий найти решение уравнение Рэля на отрезке, содержащем сингулярность. Показано, что поведение решения существенно зависит от кривизны профиля скорости в критическом слое.

ЛИТЕРАТУРА

1. Степанянц Ю.А. Распространение волн в сдвиговых гидродинамических течениях / Ю.А. Степанянц, А.Л. Фабрикант // Успехи физ. наук. 1989. Т. 159. Вып. 1. С. 83-123.
2. Miles J.W. On the generation of surface waves by shear flows // J.W. Miles. Fluid Mech. 1957. V. 3. P. 185-204.
3. Гестрин С.Г. Ветровая неустойчивость и резонансное взаимодействие упругих колебаний тонкой пластинки со сверхзвуковым газодинамическим потоком / С.Г. Гестрин, Е.К. Сергеева // Известия вузов. Физика. 2011. № 3. С. 89-94.
4. Гестрин С.Г. Резонансное взаимодействие упругих колебаний тонкого стержня со сдвиговым течением «мелкой воды» / С.Г. Гестрин, А.Н. Сальников, Е.К. Сергеева // Известия вузов. Физика. 2010. № 1. С. 28-33.
5. Плис А.И. МATHCAD математический практикум / А.И. Плис, Н.А. Сливина // М.: Финансы и статистика, 1999. 656 с.

Гестрин Сергей Геннадьевич – доктор физико-математических наук, профессор кафедры «Физика» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Sergey G. Gestrin – Dr. Sc., Professor Department of Physics Gagarin Saratov State Technical University

Сергеева Елена Константиновна – аспирант кафедры «Физика» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Elena K. Sergeeva – Postgraduate Department of Physics Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 24.10.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 621.385.64

А.А. Захаров, Е.И. Булдаков, В.П. Еремин

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МОЩНЫХ ИМПУЛЬСНЫХ ДВУХМИЛЛИМЕТРОВЫХ МАГНЕТРОНОВ ПОВЫШЕННОЙ НАДЕЖНОСТИ

Представлены результаты исследований и экспериментов в области создания мощных импульсных магнетронов коротковолновой части миллиметрового

диапазона. Исследования связаны с поиском путей увеличения срока службы, выходной средней мощности, повышения КПД и эксплуатационной эффективности

Магнетрон, долговечность, вторично-эмиссионный катод, электронная пушка, мощность, КПД

A.A. Zakharov, E.I. Buldakov, V.P. Eremin

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF HIGH POWER PULSED TWO-MILLIMETRIC MAGNETRONS OF UPGRADED RELIABILITY

The results of research and experiments referring creation of high power pulsed magnetrons of a short-wave millimetric band are presented. The research is connected with finding the ways for increasing the lifetime, average capacity, and operational efficiency.

Magnetron, durability, secondary emission cathode, electron gun, capacity, efficiency

Достигнутый уровень по исследованию и разработке магнетронов миллиметрового диапазона достаточно полно изложен в [1]. Наибольшие успехи при укорочении рабочей длины волны и повышении уровня генерируемой мощности достигнуты на магнетронах поверхностной волны (МПВ), работающих на пространственных гармониках. Если зарубежные исследователи, предпочитающие работать на основной пространственной гармонике, не смогли создать магнетроны миллиметрового диапазона с рабочей длиной волны короче 2,5 мм, то на МПВ удалось достигнуть генерации на волне 1,25 мм с мощностью 1 кВт.

Авторами в течение последних 5 лет ведутся исследования по созданию мощных импульсных магнетронов, работающих в двухмиллиметровом диапазоне длин волн. Успешно закончена разработка магнетрона с выходной импульсной мощностью 4,5 кВт и долговечностью 1000 часов. Подводимая импульсная средняя мощность такого магнетрона составляет 5 Вт. На базе этого магнетрона благодаря имеющимся конструктивно технологическим запасам и усовершенствованию конструкции были получены образцы магнетронов с долговечностью более 1000 часов в режиме генерации и 1000 часов в дежурном режиме.

Главной задачей при проведении исследований являлось создание образцов миллиметровых магнетронов с заданными высокими характеристиками, удовлетворяющими требованиям со стороны перспективных РЛС: дальнейшее увеличение надежности, уменьшение массы, повышение эксплуатационной эффективности в том числе экономической (снижение затрат на час эксплуатации).

На пути решения этой задачи необходимо было выполнить следующие основные этапы:

- создание на новых современных принципах конструкции резонаторной системы КВЧ магнетрона с высокими электродинамическими, теплорассеивающими и термомеханическими характеристиками и на основе разработанных расчетно-теоретических моделей и программ в формате 2D и 3D проведение оптимизации геометрии элементов резонаторных систем для повышения КПД магнетрона (электронного и контурного);
- разработка нетрадиционных конструкции и технологии изготовления, цельнометаллических вторично-эмиссионных катодов с интенсивным охлаждением;
- разработка интегрированной конструкции жидкостного охлаждения анодного и катодного узлов магнетрона;
- создание измерительно-испытательного комплекса низкого уровня мощности (НУМ) и высокого уровня мощности (ВУМ).

Решение этих вопросов позволило разработать сверхнадежные на сегодняшний день миллиметровые магнетроны с минимальной наработкой на отказ более 1000 часов при прогнозируемой средней долговечности 2000-3000 часов.

Проблема достижения высокой надёжности и долговечности КВЧ магнетрона решена благодаря следующим действиям:

- применение защиты тугоплавким материалом теплонагруженных элементов, подверженных интенсивной электронной бомбардировке и претерпевающих вследствие этого эрозионное разрушение;
- использование жидкостного охлаждения не только анода, но и катодного узла;
- замена слюдяного вакуумного уплотнения вывода энергии на керамическое;
- металлокерамическое исполнение магнетронов (создана технологическая линейка по прецизионному изготовлению деталей для КВЧ магнетронов, по сборке – пайке – откачке узлов (в том числе металлокерамических узлов) и приборов в целом);

– разработка и внедрение технологии изготовления цельнометаллических высокоэффективных вторично-эмиссионных катодов для миллиметровых магнетронов.

При создании высоконадежных мощных импульсных двухмиллиметровых магнетронов использованы идеи, ранее успешно реализованные конструкторами и разработчиками при проектировании магнетронов восьми- и трехмиллиметрового диапазона длин волн [2].

На сегодняшний день известен один промышленно выпускаемый магнетрон 2х миллиметрового диапазона с долговечностью 200 часов, выпускаемый на предприятии «Плутон». Этот магнетрон работает за счет термоэмиссии с основного импрегнированного катода. При этом рабочая температура катода составляет 1400 °С. Такая высокая температура и определяет небольшой срок службы катода и невысокую долговечность магнетрона в целом.

Реализация идеи Джемсена и Мюллера [3] о разделении запускающего термокатаода и вторично-эмиссионного катода не только функционально, но и конструктивно на основной холодный и боковой-вспомогательный термокатод привела к созданию еще 30 лет назад исследователями ИРЭ АН УССР реальных макетов не π -видных магнетронов с боковым катодом практически во всем миллиметровом диапазоне [4]. Но эти магнетроны до сих пор не вышли за пределы исследовательской лаборатории, поскольку примененная конструкция бокового катода (БК) оказалась пригодной лишь для демонстрации принципа работы магнетрона и не обеспечивала надежной его работоспособности в реальных условиях эксплуатации. И предопределившим низкую надежность фактором по-прежнему оставались малые радиальные размеры анодного отверстия.

Благодаря накопленному опыту за 20 лет разработки миллиметровых магнетронов с «холодными» вторично-эмиссионными катодами и боковыми термокатадами эта идея была реализована и в двухмиллиметровом диапазоне без уменьшения надежности конструкции, что позволило увеличить долговечность магнетронов.

Разработанные магнетроны работают с холодным вторично-эмиссионным PtBa катодом. Для запуска вторично-эмиссионного катода используется боковой катод (инжектор), изготовленный в виде импрегнированной шайбы и расположенный в торце пространства взаимодействия. Оба катода крепятся соосно резонаторной системе. Такое крепление и наличие юстировочного устройства позволяют производить центровку катода в пространстве взаимодействия на динамических испытаниях и добиваться максимальных выходных параметров. В качестве вторично-эмиссионного катода используется эмиттер, изготовленный по специально разработанной технологии методом термодиффузионной сварки пакета пластин из сплава PtBa с молибденовым держателем. Такая конструкция, как показали испытания, оказалась более эффективной по сравнению с ленточным эмиттером, наваренным на керн, так как весь объем катода заполнен эмиссионно-активным материалом, что немаловажно при возможной эрозии поверхности эмиттера. Одновременно исключается перегрев эмиттера, как это возможно при некачественной сварке ленточного эмиттера с керном, а значит, и уменьшается вероятность разрушения, тем самым обеспечивая высокую долговечность.

Боковой катод представляет собой катод паяльникового типа. Передача тепла от спиралевидного подогревателя к импрегнированной шайбе катода осуществляется через молибденовый керн (рис. 1). Такое крепление реализует хорошую теплопередачу и позволяет работать с низкой подводимой мощностью накала и температурой подогревателя не более 1000 °С, температура эмиттера при этом составляет 900-950 °С. Малые размеры бокового термоэлектронного катода и небольшая мощность его накала способствуют повышению общего КПД магнетрона, уменьшению времени готовности его к работе, а также уменьшению веса и габаритов накального трансформатора. Надежный запуск магнетрона обеспечивается при токе 50-100 мА, инжектированном с дополнительного бокового катода, что составляет 0,5-1% от рабочего тока магнетрона. Такой термокатод имеет высокую надежность и используется в восьмимиллиметровом магнетроне с наработкой более 10000 часов [2].

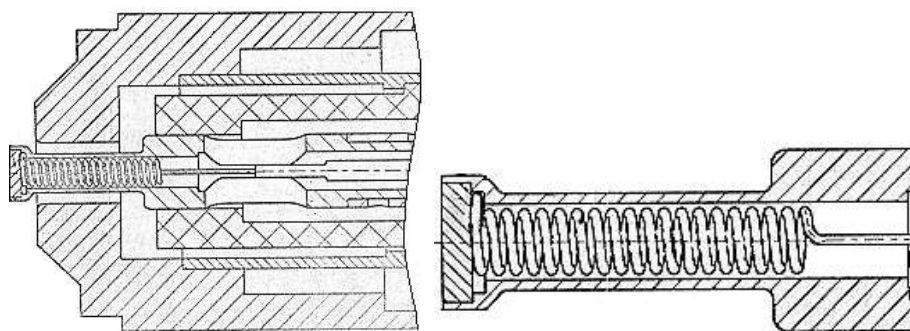


Рис. 1. Конструкция бокового термокатаода

В коротковолновом диапазоне при высоком уровне выходной средней мощности и стремлении к повышению надежности узлов конструкции магнетрона неизбежно приходится сталкиваться с трудностями стабильного и достаточного теплоотвода от теплонагруженных элементов. Основная мощность рассеивается на ламелях анода и согласно результатам проведенных экспериментов до 15-20% подводимой мощности рассеивается на катоде. Для эффективного теплоотвода была предложена конструкция магнетрона, позволяющая охлаждать анод и катод жидкостью. Подвод и отвод жидкости осуществляется через два штуцера, расположенных на анодном блоке, при этом катод и анод охлаждаются через параллельные каналы.

Для повышения эффективности охлаждения катода охлаждающая жидкость подводится на максимально близкое к рабочей поверхности расстояние (рис. 2). Благодаря этому удается максимально снизить температуру катода, уменьшить эрозионное разрушение катода и увеличить долговечность. При проведении экспериментов на различных конструкциях охлаждения катода удалось снизить температуру катода с 900 до 450 °С, при этом расчетная долговечность в рабочем режиме катодов (по эрозионной стойкости) составила от 700 до 10000 часов.

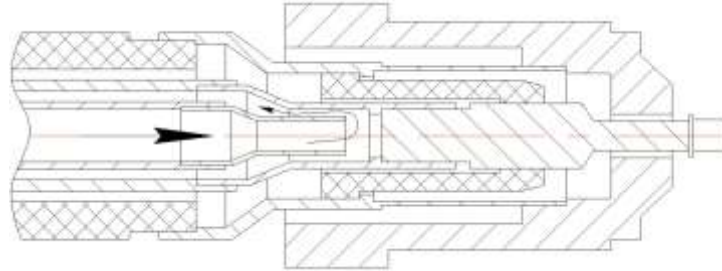


Рис. 2. Конструкция жидкостного охлаждения катода

Проблема одновременного жидкостного охлаждения высокопотенциальных электродов решена беззатратным для потребителей способом: магнетрон имеет интегрированные в его конструкцию гидроизоляторы, решающие проблему электрической развязки (рис. 3) и позволяет потребителю для подключения жидкостного охлаждения использовать по-прежнему всего два штуцера, а суммарный расход жидкости увеличивается всего на 20-30% (катод и анод охлаждаются параллельно).

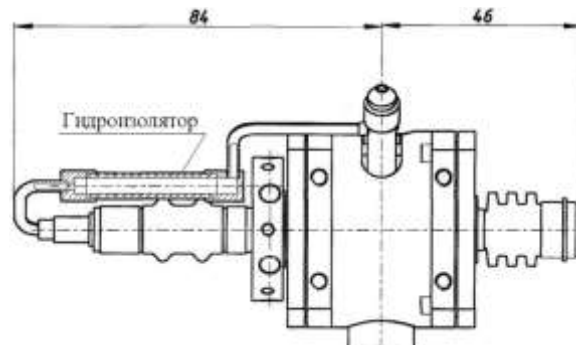


Рис. 3. Внешний вид прибора, армированного с гидроизоляторами

Разработанные магнетроны имеют пакетированную металлокерамическую частично магнитоэкранированную конструкцию. Внешний вид магнетрона представлен на рис. 4.

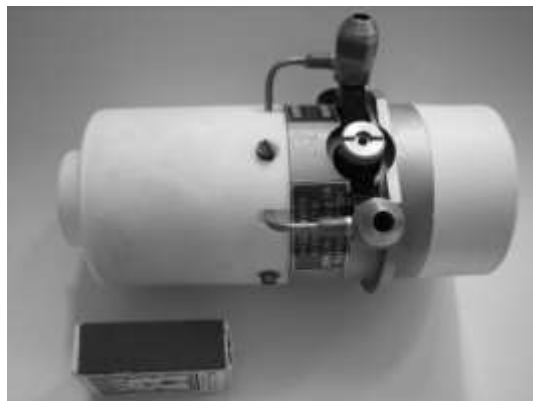


Рис. 4. Внешний вид магнетрона

Масса магнетронов, залитых герметиком, составляет не более 1,6 кг. Несмотря на наличие жидкостного охлаждения, магнетрон может работать в любом положении.

В магнетронах подобного класса тепловые нагрузки на анод достигают 2 кВт/см². Температура электронно-бомбардируемых поверхностей электродов достигает при этом 600°C в импульсе. Такие режимы являются недопустимыми при использовании в качестве материала электродов меди М06 и МВМ, для которой рабочая температура не должна превышать 300-350°C [5]. Для защиты теплонагруженных элементов магнетрона разработана технология нанесения защитного покрытия из вольфрама [6, 7]. Метод получения вольфрамового покрытия – термохимический, основан на восстановлении пара гексафторида вольфрама водородом на поверхности подложки нагретой до температуры 560-570°C. Метод обеспечивает получение вольфрамового покрытия практически неограниченной толщины с плотностью, близкой к теоретическому значению.

Для определения достаточности мер по защите резонаторной системы от разрушения, а также для определения конструктивных запасов, были проведены технологические прогоны магнетронов в течение 100-500 часов при различных значениях длительности импульса (75-135 нс). После снижения мощности в процессе прогона более чем на 1 кВт приборы вскрывались и проводился анализ степени разрушения анодной системы и катода. Анализ проводился путем предварительного визуального контроля состояния ламелей анодов после вскрытия приборов с использованием микроскопа МВС при 16-кратном увеличении с последующим металлографическим анализом фрагментов анодов, ламели на которых имели наиболее ярко выраженное эрозионное разрушение. Было установлено, что не все ламели подвергаются одинаковому эрозионному разрушению, причем наибольшему эрозионному воздействию подвержены ламели находящиеся вблизи выходного резонатора. Это объясняется большими тепловыми нагрузками и уменьшенным теплоотводом по сравнению с остальными ламелями, обусловленным конструктивными особенностями анодного блока. Коэффициент неоднородности тепловой нагрузки на поверхности ламелей находится в пределах от 1,5 до 1,7 и рассчитывается по формуле

$$K = \frac{\sum S_a}{\sum S_a}, \quad (1)$$

где $\sum S_a$ – суммарная площадь поверхностей ламелей на исследуемом фрагменте анода, мм²; $\sum S_a$ – суммарная площадь поверхности с эрозионным разрушением на исследованном фрагменте анода, мм².

Неоднородность разрушения наблюдается как по длине каждой ламели, так и в азимутальном направлении при рассмотрении всей резонаторной системы. Такую неравномерность можно объяснить имеющимися неоднородностями резонаторной системы, которая получается при вырезке ее на электроискровом станке (разная толщина ламелей, несимметричность), а также несоосным расположением катода относительно анодной системы. Так как толщина защитного вольфрамового покрытия соответствует заданным значениям при удовлетворительном качестве адгезии его с медной основой, то наиболее вероятная причина разрушения связана с локальной тепловой перегрузкой поверхности ламелей. Благодаря проведенным технологическим прогонам были получены данные по тепловым режимам анодной системы и сделаны выводы о необходимой толщине защитного вольфрамового покрытия и режиме охлаждения анодного блока для различных рабочих режимов магнетронов. Используемая технология сварки эмиттера катода с керном позволила достичь оптимальных условий для отвода тепла с эмиттера, тем самым даже при самом жестком рабочем режиме магнетрона перегрев катода не происходил. А эрозионное разрушение носит равномерный характер и не превышает значений ведущих к выходу из строя катода.

Для магнетронов миллиметрового диапазона длин волн, в которых типичные размеры резонаторных систем составляют 0,08-0,15 мм, разработана специальная технология покрытий с толщиной вольфрама от 10 до 20 мкм, что позволило минимизировать отрицательное влияние вольфрамового покрытия на электродинамические характеристики резонаторных систем. Внедрение этой технологии в магнетронах двухмиллиметрового диапазона длин волн позволило создать магнетроны с выходной импульсной мощностью 5-8-12 кВт, работоспособных при скважности от 3000 до 500 ед. При этом благодаря защите анода и специальной конструкции катода с жидкостным охлаждением получена долговечность в режиме генерации от 500 до 1000 ч.

Учитывая миниатюрные размеры пространства взаимодействия и ее многочастотность, необходимо было выбрать (рассчитать) конструкцию и размеры колебательной системы, параметры которой создадут приоритетные условия возбуждения наперед выбранного вида колебаний и обеспечат достаточное разделение по частоте между ближайшими соседними конкурирующими видами. Изначально было решено, что создание коротковолновых магнетронов будет реализовано на идее взаимодействия электронного потока с низшей пространственной гармоникой высокочастотного по-

ля одного из дублетных видов колебаний резонаторной системы. Таким образом, для разрабатываемых магнетронов была выбрана равнорезонаторная система лопаточного типа с 32 резонаторами, обеспечивающая разделение по частоте между ближайшими соседними видами в длинную сторону – 8 ГГц, а в короткую – 9 ГГц, тем самым создавая благоприятные условия для рабочего вида колебаний.

Для отвода СВЧ-энергии был использован волноводный вывод энергии. В задней стенке выходного резонатора была прорезана щель связи. Далее следовал трехступенчатый трансформатор, а затем регулярный круглый волновод диаметром 3,2 мм, заканчивающийся вакуумным уплотнением. При этом величины собственной добротности и внесенной добротности находятся в пределах $Q_0=300-400$; $Q_{вн}=900-1200$.

На рис. 5 приведены рабочие характеристики магнетрона в номинальных рабочих режимах: длительность импульса 75 нс, скважность 1100, жидкостное охлаждение с суммарным расходом 1,5л/мин. При анодном напряжении 13,5-15 кВ и анодном токе 8-17 А реализуется выходная мощность 1-6 кВт.

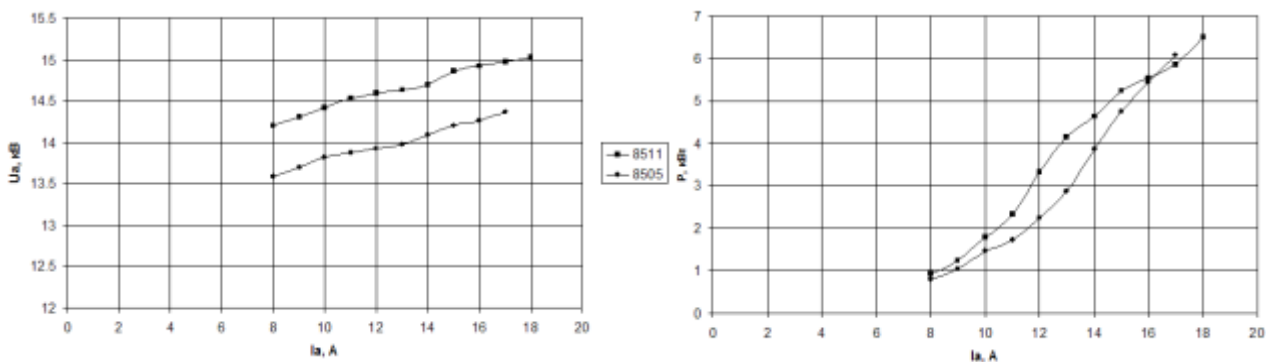


Рис. 5. Рабочие характеристики в номинальном режиме работы магнетронов

Разработаны и исследованы варианты конструкции магнетронов для нескольких других режимов эксплуатации. Были получены характеристики, аналогичные рис. 5, но с длительностью импульса до 130-180 нс с сохранением скважности. Проведены предварительные испытания таких магнетронов на долговечность. В другом варианте исполнения и с увеличенным расходом охлаждающей жидкости выходная средняя мощность увеличена с 5 до 10 Вт, что можно считать рекордным результатом для двухмиллиметровых магнетронов. В другом варианте магнетрона была поставлена и реализована задача увеличения импульсной мощности до 8-12 кВт без значительного увеличения анодного напряжения. Такая мощность была получена при анодных токах 17-20 А и анодных напряжениях до 16 кВ (рис. 6).

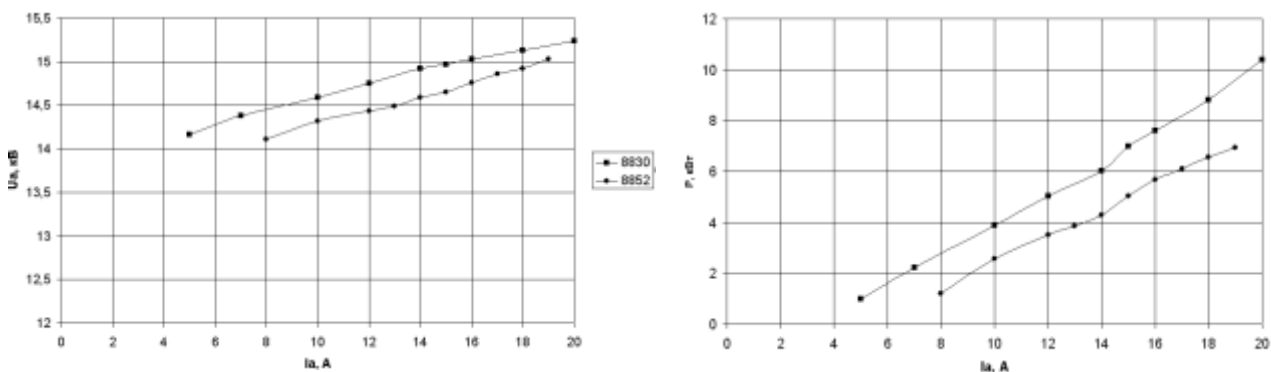


Рис. 6. Рабочие характеристика разработанных образцов магнетронов

При этом наибольшие неприятности были связаны с появлением на отдельных участках ВАХ нестабильностей, обусловленных возникновением перескока частоты описанных в [8]. В настоящее время проводится анализ влияния на появление этих нестабильностей КстУ ВЧ нагрузки магнетрона и геометрии пространства взаимодействия. Используя механизм центровки катода при динамических испытаниях, удастся получить зону стабильной работы -20% + 20% от номинального режима.

ЛИТЕРАТУРА

1. Еремка В.Д. Исследование и разработка магнетронов миллиметрового диапазона / В.Д. Еремка, В.Д. Науменко // Успехи современной радиоэлектроники. Зарубежная радиоэлектроника, 2008. Вып. 4. С. 23-58.
2. Еремин В.П. Разработка миллиметровых магнетронов в ОКБ «Тантал» / В.П. Еремин // Доклад на секции КНТС «Электроника СВЧ». Саратов, ОАО «Тантал», 2003.
3. Jepsen R.L., Muller M.W. // Appl. Phys. 1951. V. 22. № 9. P. 1196.
4. Науменко В.Д. Особенности работы магнетронов миллиметрового диапазона с вторично-эмиссионными катодами: дис. ... канд. физ.-мат. наук / В.Д. Науменко. Харьков, 1985.
5. Самсонов Д.Е. Основы расчета и конструирования многорезонаторных магнетронов / Д.Е. Самсонов. М.: Сов. радио, 1966.
6. Защита резонаторных систем электровакуумных приборов вольфрамом, осажденным из парогазовой фазы / А.Х. Турнер, В.С. Плешаков, А.И. Красновский, Э.А. Дьяченко, Ю.Н. Голованов // Электронная техника. Сер. Технология и организация производства. 1971. Вып. 7. С. 41-52.
7. А.с. №1109473 Устройство для получения покрытий из парогазовой фазы / Ю.С. Касаткин, В.С. Плешаков, А.Х. Турнер. 1984.
8. Гурко А.А. Пути и средства совершенствования миллиметровых магнетронов на пространственных гармониках: дис. ... д-ра техн. наук / А.А. Гурко. М., 2003.

Захаров Александр Александрович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Электронные приборы и устройства» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Aleksandr A. Zaharov – Dr. Sc., Professor, Head: Department of Electronic Instruments and Devices Gagarin Saratov State Technical University

Булдаков Евгений Ильич – аспирант кафедры «Электронные приборы и устройства» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Evgeniy I. Buldakov – Postgraduate Department of Electronic Instruments and Devices Gagarin Saratov State Technical University

Еремин Валерий Павлович – заместитель директора по науке ООО «ОКБ Приборостроения», г. Саратов

Valeriy P. Eremin – Deputy Director for Research: Design Office «Instrument Engineering», Saratov

Статья поступила в редакцию 25.10.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 621.382

В.А. Царев, Н.А. Акафьева

ПРИБЛИЖЕННЫЕ АНАЛИТИЧЕСКИЕ ВЫРАЖЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ЭЛЕКТРОННЫХ ПАРАМЕТРОВ БЕССЕТОЧНОГО КЛИСТРОННОГО РЕЗОНАТОРА

Приводятся приближенные аналитические выражения для расчета коэффициента эффективности взаимодействия электронного потока с СВЧ полем и относительной активной составляющей электронной проводимости бессеточного клистронного резонатора. Полученные уравнения имеют простой вид, так как не содержат функций Бесселя. Относительная погрешность определения электронных параметров по предложенным аналитическим выражениям не превышает 1%.

Микроволновый прибор, клистрон, резонатор с бессеточным зазором, коэффициент эффективности взаимодействия, относительная активная составляющая электронной проводимости

V.A. Tsarev, N.A. Akafyeva

APPROXIMATE ANALYTICAL EXPRESSIONS FOR CALCULATING ELECTRON PARAMETERS OF A GRIDLESS KLYSTRON CAVITY

This paper describes a simple method for calculating the coupling coefficient and the related beam-loading parameter of a gridless klystron cavity with good accuracy. The equations have a simple form as they have no Bessel function. The relative inaccuracy of these analytical expressions for determination the electronic parameters does not exceed 1%.

Microwave tube, klystron, gridless cavity, coupling coefficient, related beam-loading parameter

Решение многих задач микроволновой электроники сводится к вычислению функций Бесселя. Одной из таких задач в теории клистрона является расчет электронных параметров резонатора, нагруженного потоком электронов. К указанным параметрам относятся коэффициент эффективности взаимодействия M , а также активная составляющая проводимости электронной нагрузки G_e [1].

Для резонаторов с бессеточными зазорами вычисление этих параметров классическими методами математического анализа громоздко и сложно. Отсюда стремление использовать в программах оперативной оптимизации различные приближенные аналитические выражения, позволяющие получить конечный числовой результат с приемлемой для практических целей точностью. Это и является целью настоящей работы.

Коэффициент эффективности взаимодействия M в линейном приближении является безразмерным параметром, который зависит от функции распределения продольной составляющей электрического поля в зазоре $f(z) = \frac{E(z)}{E_m}$, где E_m – максимальное значение амплитуды напряженности поля

в области взаимодействия, определяемой длиной D . Он показывает, во сколько раз уменьшается действующее на электрон эффективное (усредненное за время пролета) высокочастотное напряжение по сравнению с напряжением на зазоре резонатора при бесконечно малом угле пролета. Для одноззорного резонатора (см. рис. 1) этот параметр на краю пролетной трубы (при $r = a$, $D = d$; где a – внутренний радиус пролетной трубы, d – расстояние между торцами пролетных труб) может быть вычислен следующим образом [2]:

$$M_d = \frac{\left| \int_0^d f(z) e^{i\gamma z} dz \right|}{\int_0^d |f(z)| dz}, \quad (1)$$

где $\gamma = \omega/V_0$ – постоянная распространения, ω – круговая частота, V_0 – скорость пучка.

Если поле в зазоре однородно, как в случае сеточного зазора, то решение уравнения (1) тривиально

$$M_{d.cem} = \frac{\sin(\gamma d / 2)}{\gamma d / 2}. \quad (2)$$

Для одноззорных резонаторов с бессеточными зазорами при коэффициенте заполнения пролетного канала пучком $b/a < 1$ электрическое поле имеет как продольную $E(z)$, так и радиальную составляющие $E(r)$ (см. рис. 1).

В этом случае коэффициент взаимодействия $M(r, z)$ можно представить в виде произведения продольного M_d и радиального \overline{M}_r коэффициентов [3]:

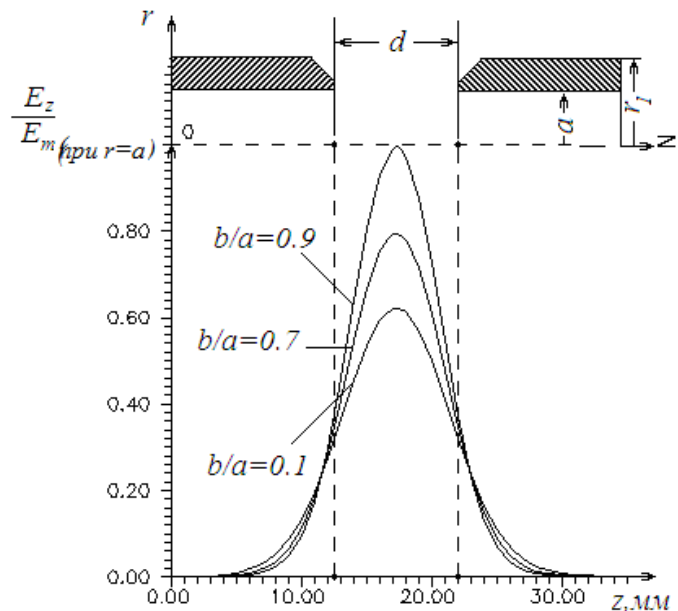


Рис. 1. Вид функции распределения продольной составляющей электрического поля в бессеточном зазоре при разных b/a

$$M(r, z) = M_d \overline{M}_r, \tag{3}$$

где M_d – продольный коэффициент, \overline{M}_r – усредненный по поперечному сечению коэффициент.

Для резонаторов с «толстыми» стенками пролетных труб (см. рис. 2, а) M_d обычно рассчитывают с помощью уравнения

$$M_{d.тол} = \frac{\sin(\gamma d / 2)}{\gamma d / 2}, \tag{4}$$

а для наиболее часто применяемых на практике резонаторов с бессточными зазорами, образованных пролетными трубами с «тонкими» стенками (см. рис. 2, б), продольный коэффициент M_d обычно определяется по формуле [3]:

$$M_{d.тонк} = J_0\left(\frac{\gamma d}{2}\right), \tag{5}$$

где J_0 – функция Бесселя нулевого порядка.

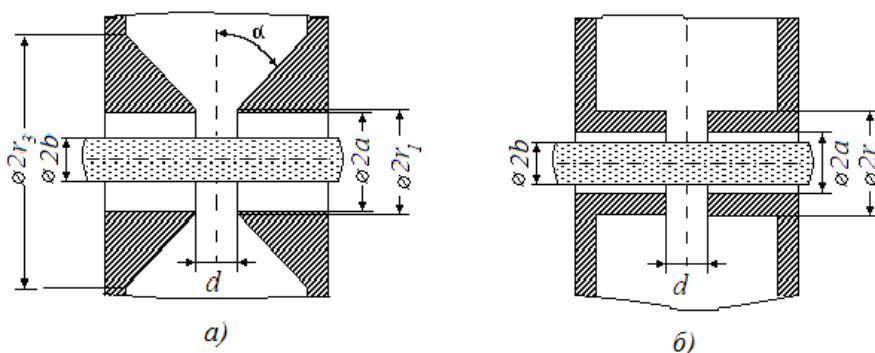


Рис. 2. Зазор резонатора с «толстыми» (а) и «тонкими» (б) стенками пролетных труб

Для ускорения процедуры вычислений при сохранении заданной точности можно воспользоваться следующими аппроксимациями:

$$M_{d.тол} \cong (0.0207 (\gamma d)^2 - 1)^2, \tag{6}$$

$$M_{d.тонк} \cong 1 - \gamma d / 250 - (\gamma d)^2 / 17.5. \tag{7}$$

Зависимости коэффициента M_d от γd , вычисленные по точным и приближенным выражениям, показаны на рис. 3. Найденные выражения имеет малую погрешность при условии, если $\gamma d \leq 2$, что обычно выполняется на практике.

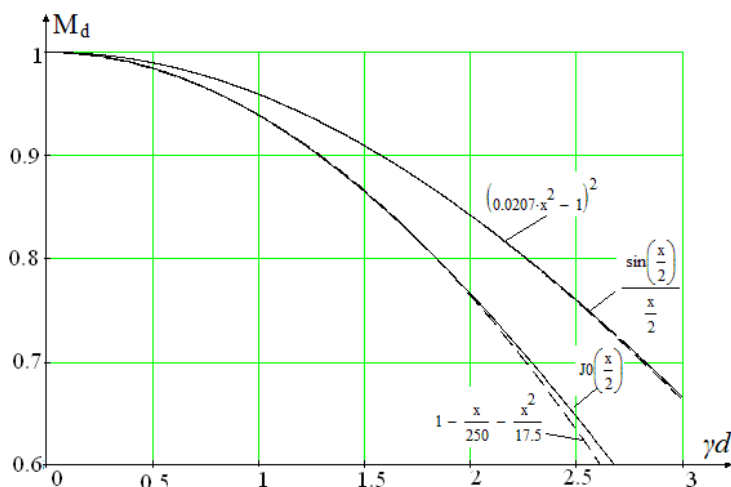


Рис. 3. Зависимость продольного коэффициента M_d от $\gamma d = x$:

— — точный расчет; - - - - - аппроксимация

При расчете коэффициента \overline{M}_r , учитывающего радиальную зависимость взаимодействия электронов с полем в зазорах, образованных пролетными трубами с «толстыми» стенками, обычно используют формулу [3]:

$$\overline{M}_r = \frac{2 \cdot I_1(\gamma b)}{\gamma b \cdot I_0(\gamma a)} \quad (8)$$

Для «тонких» труб вычисляют усредненное значение

$$\sqrt{\overline{M}_r^2} = \frac{\sqrt{I_0^2(\gamma b) - I_1^2(\gamma b)}}{I_0(\gamma a)}, \quad (9)$$

где I_0, I_1 – модифицированные функции Бесселя нулевого и первого порядков, b – радиус пучка.

С приемлемой для практики точностью можно также аппроксимировать \overline{M}_r выражением, которое не требует вычисления функции Бесселя

$$\overline{M}_r \cong \frac{0.005(\gamma a \cdot b/a)^4 + 0.125(\gamma a \cdot b/a)^2 + 1}{0.015(\gamma a)^4 + 0.253(\gamma a)^2 + 1}, \quad (10)$$

где b/a – коэффициент заполнения пролетного канала пучком.

По формулам (8)-(11) построим зависимости точной и приближенных функций $\overline{M}_r = f(\gamma a)$ и $M = f(\gamma d)$,

$$M = f(\gamma d) = \left(1 - \frac{\gamma d}{250} - \frac{(\gamma d)^2}{17.5}\right) \cdot \left[\frac{0.005(\gamma a \cdot b/a)^4 + 0.125(\gamma a \cdot b/a)^2 + 1}{0.015(\gamma a)^4 + 0.253(\gamma a)^2 + 1}\right]. \quad (11)$$

Эти зависимости показаны на рис. 4, 5.

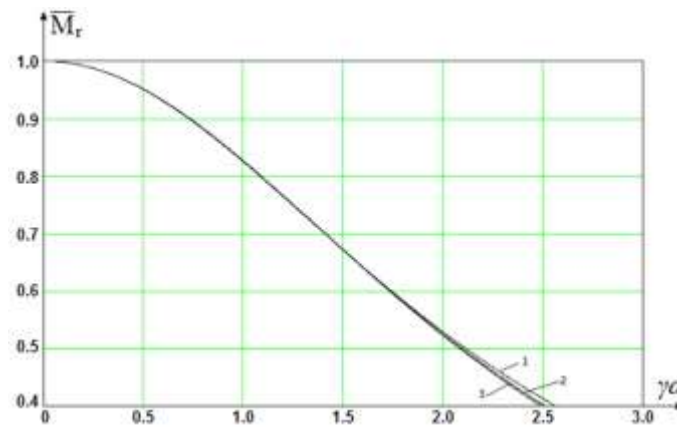


Рис. 4. Сравнение результатов расчетов \overline{M}_r по точной и приближенной формулам для случая $b/a = 0.6$, где 1 – расчет по приближенной формуле (10); 2 – расчет по формуле (8); 3 – расчет по формуле (9)

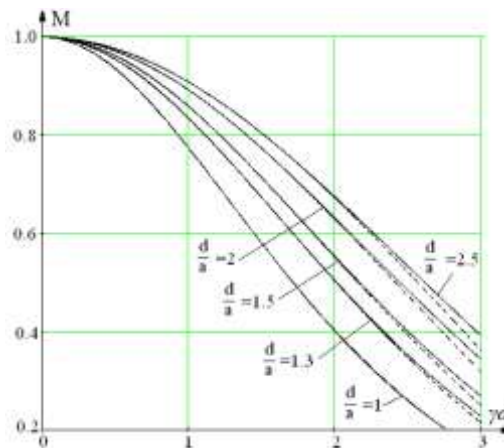


Рис. 5 Сравнение результатов расчета коэффициента взаимодействия для различных значений d/a ———— – точный расчет, - - - - - аппроксимация с помощью уравнения (11)

Из полученных результатов расчета следует, что относительная погрешность определения параметра M по предложенным аналитическим выражениям не превышает 1% в диапазоне изменения параметров $\gamma a < 2$ и $\gamma d < 2$, что обычно выполняется на практике.

Оценим теперь погрешность расчета относительной активной составляющей электронной проводимости G_e / G_0 , для вычисления которой будем использовать следующую известную формулу [2]:

$$G_e / G_0 = -\frac{\gamma d}{4} \frac{\partial |M|^2}{\partial (\gamma d)}. \quad (12)$$

Построим график зависимости G_e / G_0 от угла пролета зазора γd , используя найденные выше формулы для расчета точных и приближенных значений коэффициента взаимодействия M для различных значений d/a (см. рис. 6).

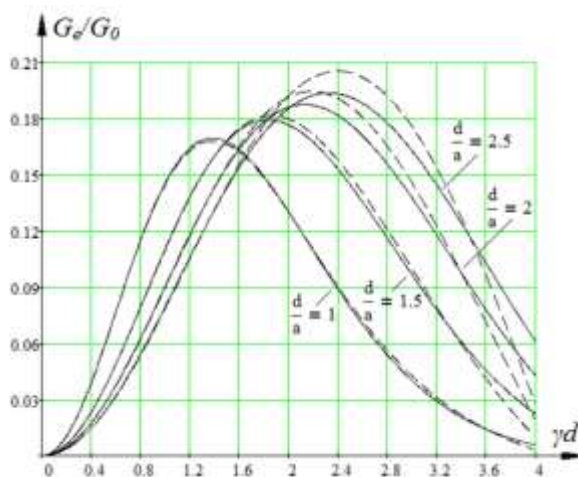


Рис. 6. Зависимость G_e / G_0 от γd для различных значений d/a :
 ———— — точный расчет; - - - - - аппроксимация

Из полученных результатов следует, что при выборе отношения $d/a < 2$ погрешность расчета G_e / G_0 по приближенной формуле не превышает 1,5%, что вполне приемлемо для расчетов, проводимых в инженерной практике на стадии начального проектирования.

В нелинейном режиме M и G_e / G_0 зависит от коэффициента использования напряжения выходного резонатора $\zeta_1 = \frac{U_{рез}}{U_0}$ [1]. Чтобы использовать полученные выше результаты для характеристики нелинейных явлений, можно ввести в рассмотрение эквивалентный зазор с сетками, угол пролета $\Theta_{экр}$, который определяется из условия, что коэффициент электронного взаимодействия этого зазора равен коэффициенту взаимодействия зазора без сеток M

$$\Theta_{экр} \approx 6,943 \sqrt{1 - M^{1/2}}. \quad (13)$$

Причем параметр M должен быть найден по формуле (11), исходя из реальных значений геометрических размеров зазора и параметров электронного потока. Зная угол пролета $\Theta_{экр}$ можно рассчитать значения нелинейные значения $M_{нел}$ и $G_{e,нел} / G_0$ по следующим приближенным формулам:

$$M_{нел}(\zeta_1) \approx (0,0207(\Theta_{экр})^2 - 1)^2 \exp(-0,2\zeta_1^2), \quad (14)$$

$$G_{e,нел} / G_0 \approx -\frac{\gamma d}{4} \cdot \frac{\partial |M_{нел}|^2}{\partial (\gamma d)}. \quad (15)$$

Полученные выше приближенные выражения имеют простой вид, удобны для вычислений и могут быть использованы в программах оперативной оптимизации СВЧ-приборов клистронного типа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хайков А.З. Клистронные усилители / А.З. Хайков. М.: Связь, 1974. 392 с.

2. Branch G. M. Electron beam coupling in interaction gaps of cylindrical symmetry / G.M. Branch // IRE Transactions. 1961. V. ED-8. № 3. P. 193-207.

3. Warnecke R. Les Tubes Electroniques a Commande par Modulation de Vitesse / R. Warnecke, P. Guénard. Paris: Gauthier-Villars, 1959.

Царев Владислав Алексеевич – доктор технических наук, профессор кафедры «Электронные приборы и устройства» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Vladislav A. Tsarev – Dr. Sc., Professor
Department of Electronic Instruments and Devices
Gagarin Saratov State Technical University

Акафьева Наталья Александровна – аспирантка кафедры «Электронные приборы и устройства» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Natalia A. Akafyeva – Postgraduate
Department of Electronic Instruments and Devices
Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 05.10.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 621.385.6

Х.Д. Качаев, М.А. Фурсаев

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАМЕДЛЯЮЩИХ СИСТЕМ УСИЛИТЕЛЕЙ ПРЯМОЙ И ОБРАТНОЙ ВОЛНЫ М-ТИПА НА БАЗЕ ОДНОЙ ЭКВИВАЛЕНТНОЙ СХЕМЫ

Показано, что моделирование замедляющей системы типа «меандр с дроссельными поддержками», применяемой в усилителях прямой волны М-типа, и резонаторной системы с двойными связками, применяемой в амплитроне, может осуществляться на базе одной эквивалентной схемы.

Замедляющая система, меандр, дроссельные поддержки, резонатор, дисперсия, волновое сопротивление

Kh.D. Kachaev, M.A. Fursaev

MODELING OF SLOW DOWN SYSTEMS FOR AMPLIFIERS WITH DIRECT AND RETURN WAVES OF CROSSED FIELD BASED ON AN EQUIVALENT SCHEME

It is shown that modeling of the slow down system of a “meander with throttle support” type applied in amplifiers with a direct wave of crossed field, and resonator systems with double sheaves applied in backward wave magnetron, can be made on the basis of a single equivalent scheme.

Slow down system, a meander, throttle support, resonator, dispersion, wave resistance.

В усилителях магнетронного типа используется взаимодействие электронного потока с ВЧ полем как прямой, так и обратной волны, распространяющихся по замедляющей системе. Наиболее распространенным усилителем этого типа с обратной волной является амплитрон. Он обычно строится, как и большинство магнетронных генераторов, на базе резонаторной системы с двойными связками [1, 2]. В усилителях прямой волны магнетронного типа (УПВМ), как правило, используется меандровая замедляющая система с дроссельными поддержками [3]. Эти замедляющие системы имеют весьма сложную структуру, вследствие чего их моделирование проводится на базе эквивалентных схем. В настоящей работе показано, что при моделировании как замедляющей системы типа «меандр с дроссельными поддержками», так и резонаторной системы с двойными связками, может быть использована одна эквивалентная схема, составленная из последовательно включенных четырехполосников.

Меандровая система с дроссельными supports представляет собой ряд стержней, припаянных к боковым стенкам желоба, в центре дна которого имеется выступ, как показано на рис. 1. Собственно меандр формируется с помощью перемычек, соединяющих на определенном расстоянии от стенок желоба в шахматном порядке соседние стержни. Дросселями являются участки стержней между перемычками и стенками желоба.

При моделировании такой замедляющей системы может быть использована эквивалентная схема ее периода, приведенная на рис. 2 а, которая представляет собой последовательное соединение трех четырехполюсников. Крайние четырехполюсники (1 и 3 на рис. 2 а) соответствуют половине длины стержней между перемычками, проходящих над выступом желоба. На этом участке каждый стержень можно рассматривать как проводник двухпроводной линии, поперечное сечение которой приведено на рис. 3 а и по которой распространяется ТЕМ-волна. Центральный четырехполюсник (2 на рис. 2 а) соответствует участку периода системы, содержащему перемычку и соединяющему ее два стержня, длиной от перемычки до боковой стенки желоба. Этот участок можно представить как резонатор, эквивалентная схема которого приведена на рис. 2 б. В этой схеме четырехполюсник представляет собой отрезок двухпроводной линии, одним из проводников которой является перемычка, нагруженный на два соединенных параллельно отрезка двухпроводной линии, закороченных на концах. Поперечные сечения линии, соответствующей перемычке, представлены на рис. 3 б, а линии, соответствующей дросселям, – на рис. 3 в. Полагается, что по этим линиям распространяется ТЕМ-волна.

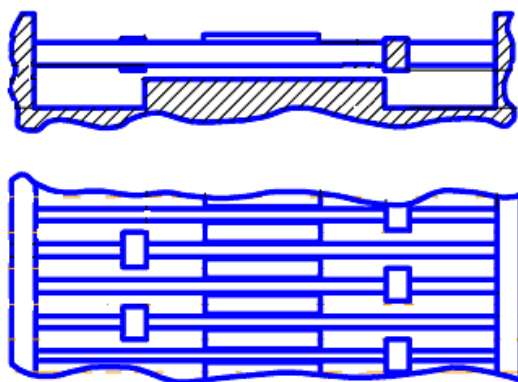


Рис. 1. Меандровая система с дроссельными supports

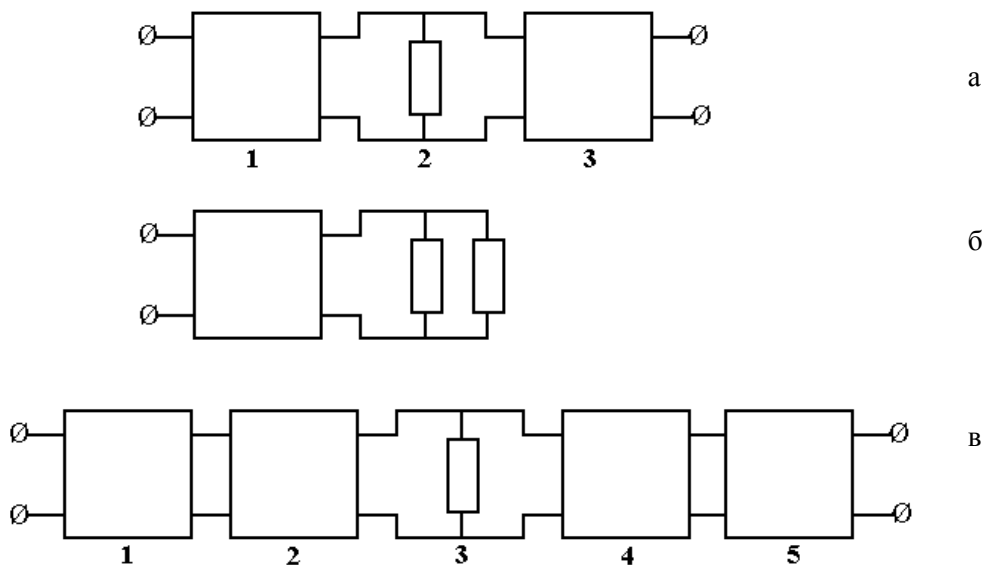


Рис. 2. Эквивалентные схемы:

- а – меандровой системы с дроссельными supports (стержни без накладок);
- б – резонатора, эквивалентного дроссельным supports;
- в – меандровой системы с дроссельными supports (стержни с накладками)

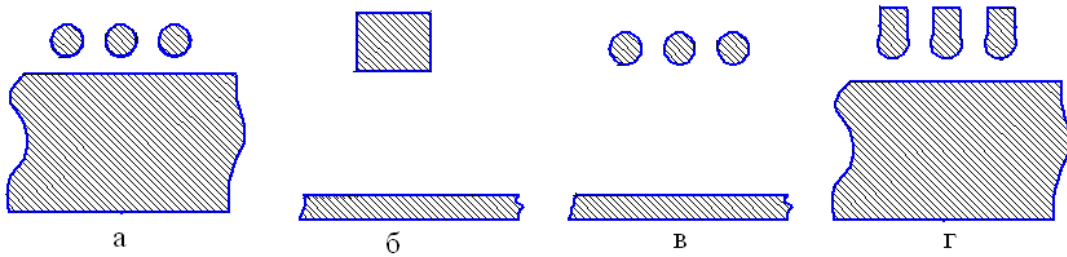


Рис. 3. Поперечные сечения линий отдельных участков меандровой линии с дроссельными поддержками

Структура эквивалентной схемы, представленной на рис. 2 а, полностью совпадает со структурой эквивалентной схемой резонаторной замедляющей системы с двойными связками. Отличием является лишь то, что крайние четырехполосники соответствуют половине длины секции связок. Только важно иметь в виду, что взаимодействие электронного прибора в случае меандровой системы происходит с ВЧ полем крайних четырехполосников эквивалентной схемы, а в случае резонаторной системы – с ВЧ полем четырехполосника, расположенного в центре схемы.

Поскольку четырехполосник на рис.2 а, эквивалентный периоду замедляющей системы, является симметричным, величина фазового сдвига на ее период Θ определяется как

$$\cos \Theta = A_{11}, \tag{1}$$

а величина волнового сопротивления

$$Z_c = \sqrt{\frac{A_{12}}{A_{21}}}, \tag{2}$$

где A_{11} , A_{12} и A_{21} – элементы матрицы передачи этого четырехполосника, которая, в свою очередь, получается при умножении матриц передачи последовательно включенных четырехполосников, входящих в его состав

$$|A| = |A_1||A_2||A_3|. \tag{3}$$

Матрица крайних четырехполосников имеет вид

$$|A_1| = |A_2| = \begin{vmatrix} \cos \frac{\Theta_1}{2} & jZ_1 \sin \frac{\Theta_1}{2} \\ j\frac{1}{Z_1} \sin \frac{\Theta_1}{2} & \cos \frac{\Theta_1}{2} \end{vmatrix}, \tag{4}$$

где Θ_1 – электрическая длина линии, поперечное сечение которой представлено на рис. 3 а, Z_1 – волновое сопротивление этой линии. Матрица передачи четырехполосника, который находится в середине, имеет вид

$$|A_2| = \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ \underline{Y}_{\text{рез}} & 1 \end{vmatrix}, \tag{5}$$

где $\underline{Y}_{\text{рез}}$ – проводимость резонатора, эквивалентная схема которого приведена на рис. 2, б.

После перемножения матриц получаются соотношения для расчета величин фазового сдвига на период замедляющей системы и ее волнового сопротивления.

$$\cos \Theta = \cos \Theta_1 + j \frac{Z_1 \underline{Y}_{\text{рез}}}{2} \sin \Theta_1, \tag{6}$$

$$Z_c = Z_1 \sqrt{\frac{\sin \Theta_1}{\sin \Theta_1 - jZ_1 \underline{Y}_{\text{рез}} \cos \Theta_1}}. \tag{7}$$

Аналогичные соотношения получены для расчета характеристик резонаторной системы с двойными связками. Они широко используются при проектировании магнетронов и амплитронов [1,2,3]. Эти соотношения отличаются от соотношений (6) и (7) лишь тем, что величины Θ_1 заменены на Θ_s , а Z_1 на Z_s , где Θ_s является электрической длиной линии связок в резонаторной системе, а Z_s – волновое сопротивление линии связок. Поэтому имеет смысл ограничиться проведением оценки возможности применения полученных соотношений для расчета характеристик меандровой системы с дроссельными поддержками.

Проверка применимости полученных соотношений проводится для системы, в которой стержни, формирующие меандр, снабжены накладками, определяющими распределения ВЧ электрическое поле в пространстве взаимодействия. Для такой замедляющей системы эквивалентную схему необходимо дополнить еще двумя четырехполосниками, как показано на рис. 2 в. Эти четырехполосники, отмеченные цифрами 2 и 4, соответствуют отрезкам линии, поперечное сечение которой приведено на рис. 3, г, и отражают наличие накладок на стержнях. Их матрица передачи аналогична матрице (4).

Величина проводимости резонатора, входящего в матрицу (5), в случае системы «меандр с дроссельными поддержками», согласно эквивалентной схеме рис. 2, б определяется как

$$\underline{Y}_{рез} = Y_{\Pi} \frac{2\underline{Y}_{др} + jY_0 \operatorname{tg} \Theta_{\Pi}}{Y_0 + j2\underline{Y}_{др} \operatorname{tg} \Theta_{\Pi}}, \quad (8)$$

где Y_{Π} – волновая проводимость линии, соответствующей перемычке, поперечное сечение которой приведено на рис. 3 б, Θ_{Π} – электрическая длина этой линии, $\underline{Y}_{др}$ – входная проводимость линии, соответствующей дроссельному участку стержня, замкнутой на конце:

$$\underline{Y}_{др} = -jY_{одр} \operatorname{ctg} \Theta_{др}, \quad (9)$$

где $Y_{одр}$ – волновая проводимость линии, поперечное сечение которой приведено на рис. 3 в, $\Theta_{др}$ – электрическая длина этой линии.

На рис. 4 представлены расчетные и экспериментальные данные для меандровой замедляющей системы с дроссельными поддержками. Из сравнения представленных данных следует возможность применения полученных соотношений для расчета характеристик таких систем. Необходимо также отметить, что рассмотренная эквивалентная схема позволяет рассчитывать параметры модификации меандровой замедляющей системы, в которой дроссельная поддержка выполнена в виде секторной линии, закороченной на конце [4]. В этом случае величина проводимости резонатора определяется соотношением, аналогичным (9).

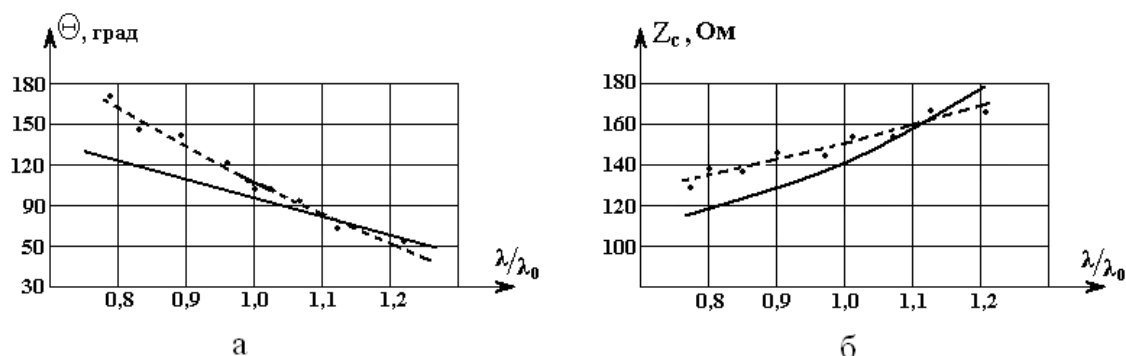


Рис.4. Расчетные (сплошные) и экспериментальные (пунктирные) зависимости величин фазового сдвига на ячейку меандровой системы с дроссельными поддержками (а) и ее волнового сопротивления от длины волны (б)

Таким образом, показана аналогия в эквивалентных представлениях замедляющих систем, которые используются в двух различных типах магнетронных усилителей: резонаторной системы с двойными связками, применяемыми в усилителях обратной волны (амплитронах), и системы типа «меандр с дроссельными поддержками», применяемыми в усилителях прямой волны. Полученные на базе этих представлений соотношения могут быть использованы при проектировании усилителей прямой волны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коллинз Дж. Магнетроны сантиметрового диапазона / Дж. Коллинз; пер. с англ. под ред. С.А. Зусмановского. М.: Сов. Радио, 1950. Т. 1.
2. Браун В. Платинотрон (амплитрон и стабилотрон) / В. Браун // Электронные сверхвысокочастотные приборы со скрещенными полями: пер. с англ. М.: ИЛ, 1961. Т. 2. С. 155.
3. Гутцайт Э.М. Усилители М-типа с катодом в пространстве взаимодействия. Ч. 2 / Э.М. Гутцайт, В.П. Еремин, М.А. Фурсаев. М.: Изд-во МЭИ, 1976. 112 с.
4. Качаев Х.Д. Эквивалентная схема замедляющих систем усилителей магнетронного типа / Х.Д. Качаев // Техническая электродинамика и электроника: сб. науч. тр. Саратов: СГТУ, 2011. С. 15-19.

Качаев Халид Дарвинович – аспирант кафедры «Электротехника и электроника» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Khalid D. Kachaev – Postgraduate
Department of Electrical Engineering and Electronics
Gagarin Saratov State Technical University

Фурсаев Михаил Александрович – доктор технических наук, профессор кафедры «Электротехника и электроника» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Mikhail A. Fursaev – Dr. Sc., Professor
Department of Electrical Engineering and Electronics
Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 24.10.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 621.375.026

М.А. Фурсаев

ПРОБЛЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ СВЧ ТРАНЗИСТОРНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ

Обсуждены проблемы моделирования СВЧ транзисторных генераторов, проводимого с использованием программного обеспечения моделирования электрических параметров транзистора при его работе в нелинейных режимах. Обоснована необходимость первоначального решения задачи синтеза. Рассмотрены особенности моделирования генераторов как с внешней, так и с внутренней обратной связью.

СВЧ генератор, транзистор, обратная связь, колебательная система, проводимость

M.A. Fursaev

MODELING PROBLEMS OF MICROWAVE TRANSISTOR OSCILLATORS

The modeling problems of microwave transistor oscillators carried out using software simulation of electrical parameters of a transistor operating under nonlinear regimes. The necessity for solving the original synthesis problem is proved. The key features of modeling generators with both external and internal feedback are considered.

Microwave oscillator, transistor, feedback, oscillation system, conductivity

Математические модели как биполярного, так и полевого транзисторов ориентированы на решение задачи анализа электрического режима прибора в составе усилительного каскада, когда считаются известными величины частота и уровень входного сигнала, а также значения параметров элементов цепи постоянного тока и схемы каскада. В составе генератора уровень сигнала и его частота на входе транзистора определяется как электрическим режимом прибора, так и значениями параметров элементов схемы устройства. Этим моделирование транзисторных генераторов существенно отличается от моделирования транзисторного усилителя. Кроме того, моделирование генератора должно проводиться в два этапа. На первом этапе решается задача синтеза, при которой сначала определяются условия, обеспечивающие режим генерации, а затем значения параметров элементов его схемы, обеспечивающие получение требуемых величин генерируемой частоты и остальных электрических параметров устройства. Только после решения этих задач возможно решение задачи анализа работы генератора. Ниже обсуждены проблемы моделирования при решении задачи синтеза СВЧ транзисторных генераторов.

СВЧ транзисторные генераторы могут выполняться как с внешней, так и с внутренней обратной связью. В генераторе первого типа часть мощности с выхода транзистора на его вход передается по специально введенной цепи, как показано на схеме рис.1. В генераторах второго типа такой цепи нет, передача части мощности с выхода транзистора осуществляется через прибор. С этой целью на выходе транзистора обеспечивается отражение части его выходной мощности. Она затем проходит в обратном направлении, а после отражения от колебательной системы, находящейся на входе прибора,

поступает на его вход. В генераторах с внешней обратной связью колебательная система также находится во входной части схемы устройства.

В общем случае моделирование СВЧ генератора предполагает совместное решение следующих уравнений:

- уравнения математической модели транзистора, используемого в генераторе;
- уравнений, описывающих пассивную часть электродинамической системы генератора, и которые записаны с учетом того, что ее пассивные элементы выполнены на отрезках микрополосковой линии;
- условия стационарного режима генератора, которое записывается на основе его эквивалентной схемы.

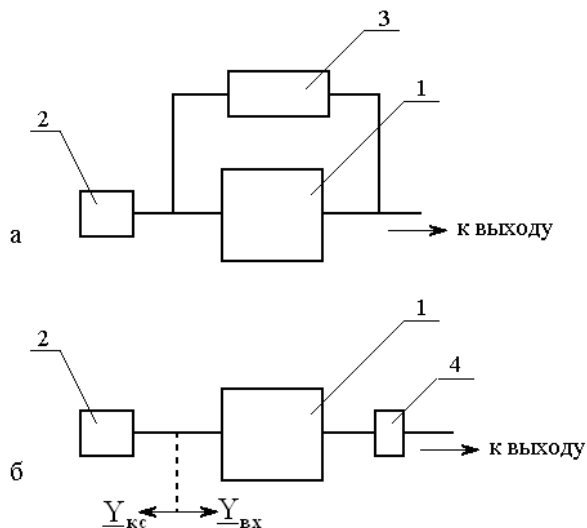


Рис. 1. Схемы, иллюстрирующие принципы работы СВЧ генераторов с внешней обратной связью (а) и с внутренней обратной связью (б) (1 – транзистор; 2 – колебательная система; 3 – цепь внешней обратной связи; 4 – отражатель на выходе транзистора)

Решение такой системы уравнений представляет собой весьма сложную задачу даже в том случае, если имеется программное обеспечение расчета параметров электрического режима транзистора и отдельных элементов электродинамической системы. При этом, кроме определения условий, при которых в генераторе устанавливается стационарный режим, при моделировании определяются условия обеспечения его устойчивости.

Алгоритмы моделирования СВЧ транзисторных генераторов при решении задачи синтеза строятся с учетом используемого типа обратной связи.

Условия работы транзистора в составе генератора с внешней обратной связью такие же, как и в составе усилительного каскада. Поэтому амплитудное и фазное условия стационарного режима СВЧ генератора с внешней обратной связью записываются в виде, которое используется при моделировании низкочастотных генераторов на базе усилителя [1]

$$K_u \sigma_u = 1, \quad (1)$$

$$\varphi_{mp} + \varphi_{oc} = 2\pi k, \quad (2)$$

где K_u – коэффициент усиления транзистора по напряжению, $\varphi_{тр}$ – его электрическая длина, σ_u – коэффициент передачи напряжения по цепи обратной связи, φ_{oc} – электрическая длина этой цепи, k – целое число.

Величины параметров K_u и $\varphi_{тр}$ определяются с использованием математической модели транзистора, а величины параметров σ_u и φ_{oc} – с помощью уравнений, связывающих электрические параметры отдельных пассивных элементов цепи обратной связи с их геометрическими параметрами. Величины последних параметров можно определить с использованием теории электрических цепей, поскольку цепь обратной связи представляет собой пассивный четырехполюсник. При этом необходимо учитывать, что коэффициент передачи четырехполюсника зависит от сопротивления нагрузки [2], т.е. в рассматриваемом случае от входного сопротивления транзистора, величина которого является функцией его электрического режима. Величины параметров K_u и $\varphi_{тр}$ являются функциями сопро-

тивления цепи на выходе транзистора, значение которого при наличии в составе цепи обратной связи развязывающего элемента зависит только от параметров элементов этой цепи. Развязывающий элемент в цепи обратной связи необходим для получения высокого КПД генератора [3].

В качестве исходных данных при решении задачи синтеза генератора с внешней обратной связью удобнее выбирать значения параметров электрического режима транзистора на генерируемой частоте при задании величины отвлечения мощности во внешнюю нагрузку. В данном случае моделирование сводится к определению состава и значений параметров элементов цепи обратной связи с учетом получения заданных величин коэффициента передачи, входной и выходной проводимостей этой цепи и ее электрической длины, а также отвлечения мощности в нагрузку на выходе генератора.

Моделирование СВЧ транзисторного генератора с внутренней обратной связью проводится с использованием эквивалентной схемы, состоящей из двух параллельно включенных двухполюсников: активного и пассивного [4, 5]. С использованием такой схемы моделируется работа магнетрона [6].

Физически более обоснованной является эквивалентная схема генератора, в которой пассивным двухполюсником представляется колебательная система, а активным – вход транзистора, как отражено на рис.1,б. Тогда амплитудное и фазное условия стационарного режима СВЧ транзисторного генератора с внутренней обратной связью записываются в виде

$$G_{вх} + G_{кс} = 0, \tag{3}$$

$$B_{вх} + B_{кс} = 0, \tag{4}$$

где $Y_{вх} = G_{вх} + jB_{вх}$ – входная проводимость транзистора, $Y_{кс} = G_{кс} + jB_{кс}$ – проводимость колебательной системы. Согласно условию (3) активная проводимость входной проводимости транзистора в составе генератора с внутренней обратной связью является отрицательной величиной, что отражает факт наличия на входе прибора потока мощности, распространяющейся в направлении к колебательной системе.

Величины компонент входной проводимости транзистора определяются с использованием его математической модели, а величины компонент проводимости колебательной системы – с использованием соотношений, связывающих их с геометрическими параметрами системы. При определении входной проводимости транзистора должна быть известна величина проводимости цепи на его выходе.

Важным этапом моделирования при решении задачи синтеза генератора с внутренней обратной связью является определение условий обеспечения отрицательного значения активной компоненты входной проводимости транзистора. Как показано в [6], для генератора на биполярном транзисторе данное условие обеспечивается в весьма узком интервале значений реактивной проводимости нагрузки на его выходе, когда в контуре, включающем эту нагрузку и выход прибора, достигается резонанс на частоте, близкой к рабочей. По всей видимости, аналогичный резонанс должен обеспечиваться и в генераторе на полевом транзисторе.

Однозначное решение уравнений (1) и (3) возможно лишь при работе транзистора в нелинейном режиме. При их решении обычно определяется величина напряжения $U_{вх}$, поступающего на вход транзистора. Этот параметр характеризует электрический режим работы транзистора и его обычно используют при моделировании прибора. От напряжения $U_{вх}$ зависят величины параметров $K_{ц}$ и $\varphi_{тр}$ в уравнении (1), а также величина проводимости $G_{вх}$ в уравнении (3).

На рис. 2 приведено графическое представление одного из возможных вариантов решения уравнения (3). Это решение, соответствующее точке пересечения кривых зависимостей, проведено с учетом выполнения условия устойчивости стационарного режима генератора, которое может быть записано в виде

$$\frac{d|G_{вх}|}{dU_{вх}} < 0. \tag{5}$$

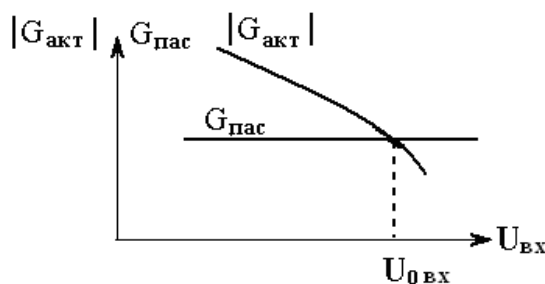


Рис. 2. Графическое решение уравнения (3)

Аналогичный вид имеет графическое представление решения уравнения (1). Только по осям координат откладываются значения K_u и $1/\sigma_u$. Условие стационарного режима генератора с внешней обратной связью записывается как

$$\frac{dK_u}{dU_{BX}} < \frac{d}{dU_{BX}} \left(\frac{1}{\sigma_u} \right). \quad (6)$$

При изменении электрического режима работы генератора, в том числе и при изменении параметров нагрузки на его выходе, генерируемая частота изменяется незначительно. Это позволяет при определении проводимости колебательной системы использовать соотношение [5]

$$\underline{Y}_{kc} = G_{kc} + j2G_{kc}Q \left(\frac{f}{f_p} - 1 \right), \quad (7)$$

где Q – добротность колебательной системы, f_p – ее резонансная частота. Соотношение (7) непосредственно используется не только при решении уравнений (3) и (4), но и при определении коэффициента передачи внешней обратной связи, т.е. величин параметров σ_u и φ_{oc} в уравнениях (1) и (2).

Таким образом, рассмотрены проблемы моделирования СВЧ транзисторных генераторов при решении задачи их синтеза в связи с проектированием этих устройств. Решение данной задачи предполагает использование результатов моделирования нелинейных режимов работы транзистора, на базе которого строится генератор. Алгоритмы моделирования генераторов определяются типом цепи обратной связи, внешней или внутренней, которая используется в устройстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Забродин Ю.С. Промышленная электроника / Ю.С. Забродин. М.: Высш. шк., 1982. 496 с.
2. Атабеков Г.И. Основы теории цепей / Г.И. Атабеков. СПб.: Лань, 2006. 423 с.
3. Мазеева Е.М. Распределение мощности в выходной цепи СВЧ генератора на активном четырехполоснике / Е.М. Мазеева, М.А. Фурсаев // Изв. вузов России. Радиоэлектроника. 2001. № 1. С. 119-124.
4. Grebennikov A. RF and Microwave Transistor Oscillator Design / A. Grebennikov. John Wiley and Sons, Ltd, 2007. P. 437.
5. Лебедев И.В. Приборы и техника СВЧ / И.В. Лебедев. М.: Высш. шк., 1972. Т. 2. 616 с.
6. Коллинз Дж. Магнетроны сантиметрового диапазона / Дж. Коллинз; пер. с англ. под ред. С.А. Зусмановского. М.: Сов. Радио, 1950. Т. 1.
7. Горбачев Д.М. Решение задач проектирования СВЧ-генератора с внутренней обратной связью на биполярном транзисторе / Д.М. Горбачев, Е.В. Мазеев, М.А. Фурсаев // Радиотехника. 2011. № 1. С. 42-46.

Фурсаев Михаил Александрович – доктор технических наук, профессор кафедры «Электротехника и электроника» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Mikhail A. Fursaev – Dr. Sc., Professor
Department of Electrical Engineering and Electronics
Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 24.10.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 591.711.3

С.П. Романчук, Д.В. Терин, А.М. Кац, Ю.В. Клинаев

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУР И ПРОЦЕССОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С CORE-SHELL НАНООБЪЕКТАМИ

Рассматривается метод, позволяющий осуществлять математическое моделирование процессов взаимодействия электромагнитного излучения с core-shell нанобъектами, что особенно актуально с позиций выяснения возможностей получения сред с управляемыми электродинамическими свойствами.

Комплексная диэлектрическая проницаемость, core-shell нанобъекты, теория эффективной среды

S.P. Romanchuk, D.V. Terin, Yu.V. Klinayev, A.M. Katz

MATHEMATICAL MODELLING OF STRUCTURES AND INTERACTION PROCESSES OF ELECTROMAGNETIC RADIATION WITH CORE-SHELL NANOOBJECTS

The method allowing to carry out mathematical modeling of structures and interaction of the electromagnetic radiation processes with core-shell nanoobjects is considered in this article. It is particularly important in terms of finding opportunities for developing media with controlled electrodynamic properties.

Complex dielectric permittivity, core-shell nanoobjects, effective medium approximation model

В настоящее время разработаны методы получения и экспериментального исследования полупроводниковых металлических, углеродных нанобъектов, свойства которых специфичны [1]. Это объекты, к которым относятся отдельные наночастицы, нанополимеры, нанокластеры, нанопорошки металлов, сплавов, оксидов, карбидов, нитридов, нанокристаллы, нанопористые материалы, углеродные структуры и т.д. [2]. Экспериментальные исследования демонстрируют ранее не известные зависимости физических свойств от размеров наночастиц и кластеров [3]. Большое количество литературы, посвященное изучению свойств и областей применения нано- и мезоскопических объектов: наночастиц и наноструктур, наносистем, указывает на актуальность изучения и особенно на актуальность математического моделирования их структуры и особенностей происходящих в общем случае неравновесных процессов. Взаимодействие рассматриваемых объектов с электромагнитным полем дает возможность выявления закономерностей поведения мезо- и наночастиц под действием электромагнитного поля.

Исследование свойств нанокompозитных сред представляет собой важную задачу, позволяющую определять в дальнейшем свойства наночастиц, входящих в состав композита. Свойства нанокompозитов могут значительно отличаться от свойств объемных материалов, и от свойств отдельных наночастиц, формирующих композит. Нанокompозитные среды являются той базой, на которой создаются новые материалы с заданными структурными, электронными и оптическими свойствами, которые определяются размером, формой и упорядоченностью составляющих их наночастиц, а также факторами заполнения наночастицами.

Важную роль в физике нанокompозитных сред играет так называемая модель эффективной среды. Суть этой модели состоит в том, что ансамбль нанокластеров можно рассматривать как некую новую среду с эффективной диэлектрической проницаемостью. Очевидным преимуществом данного подхода является то, что в его рамках для анализа распространения излучения в нанокompозитной среде нет необходимости решать уравнения Максвелла в каждой точке пространства.

Как правило, в модели эффективной среды для оптических задач пользуются электростатическим приближением, условием которого является малость как размера наночастиц, так и расстояния между ними по сравнению с длиной оптической волны в среде. В противном случае неизбежно встает задача рассеяния на составляющих нанокompозитную среду частицах и интерференции рассеянных волн. В рамках модели эффективной среды мы можем, зная оптические параметры каждого из компонентов композитной среды, а также их концентрацию и геометрическую форму, определить эффективные параметры всей среды как целого.

При разработке математических моделей и математическом моделировании процессов взаимодействия электромагнитного излучения с нанобъектами, кластерами, взвешенными в континуальной среде, моделировании структур металлосодержащих систем возникает задача определения эффективных материальных констант подобных материалов [4].

Рассмотрим core-shell частицы, которые распределены по случайному закону в газе или вакууме. Согласно модели эффективной среды [5] средняя величина электрической индукции зависит от средней величины напряженности электрического поля как

$$\langle \mathbf{D} \rangle = \varepsilon_{\text{eff}} \langle \mathbf{E} \rangle = \varepsilon_{\text{eff}} \mathbf{E}_0, \quad (1)$$

где ε_{eff} – эффективная диэлектрическая проницаемость, \mathbf{E} – внешнее электрическое поле, $\langle \mathbf{D} \rangle = (1/V) \int_V \mathbf{D} dV$, V – объем всего композита. Из уравнения (1) следует, что для определения средней эффективной диэлектрической постоянной композита мы должны записать выражение индукции электрического поля для металлического ядра, диэлектрической оболочки и газа.

Сначала рассмотрим первую компоненту – сферические включения core-shell. Если радиус металлического ядра R_1 , внешний радиус диэлектрической оболочки R_2 , то толщина оболочки есть $R_2 - R_1$ [6]. Частица core-shell находится во внешнем электрическом поле E_0 . Согласно электростатической теории, выражение для электрического потенциала внутри и снаружи core-shell частицы может быть записано как

$$\begin{aligned} \varphi_1 &= C_1 r \cos \theta, \quad r < R_1, \quad \varphi_2 = (C_2 r + C_3 / r^2) \cos \theta, \quad R_1 < r < R_2, \\ \varphi_3 &= (-E_0 r + C_4 / r^2) \cos \theta, \quad r > R_2, \end{aligned} \quad (2)$$

где константы C_i определены из стандартных граничных условий

$$\varphi_1|_{r=R_1} = \varphi_2|_{r=R_1}, \quad \varphi_2|_{r=R_2} = \varphi_3|_{r=R_2}, \quad \varepsilon_1 \frac{\partial \varphi_1}{\partial r} \Big|_{r=R_1} = \varepsilon_2 \frac{\partial \varphi_2}{\partial r} \Big|_{r=R_1}, \quad \varepsilon_2 \frac{\partial \varphi_2}{\partial r} \Big|_{r=R_2} = \varepsilon_3 \frac{\partial \varphi_3}{\partial r} \Big|_{r=R_2}. \quad (3)$$

Здесь, ε_1 эффективная диэлектрическая проницаемость металлического ядра, ε_2 диэлектрическая проницаемость оболочки, ε_3 диэлектрическая проницаемость газа (вакуума). После подстановки граничных условий (3) в уравнения (2) мы найдем константы C_i . Окончательно запишем выражение для электрических потенциалов

$$\begin{aligned} \varphi_1 &= -\frac{9\varepsilon_2\varepsilon_3\zeta}{2\alpha\varepsilon_3 + \beta\varepsilon_2} E_0 r, \quad r < R_1, \\ \varphi_2 &= -\frac{3\zeta\varepsilon_3}{2\alpha\varepsilon_3 + \beta\varepsilon_2} \left[(\varepsilon_1 + 2\varepsilon_2) E_0 r - (\varepsilon_1 - \varepsilon_2) \frac{R_1^3}{r^3} E_0 r \right], \quad R_1 < r < R_2, \\ \varphi_3 &= -E_0 r - \frac{\alpha\varepsilon_3 - \beta\varepsilon_2}{2\alpha\varepsilon_3 + \beta\varepsilon_2} \frac{R_2^3}{r^3} E_0 r, \quad r > R_2 \end{aligned} \quad (4)$$

где

$$\begin{aligned} \zeta &= (R_2/R_1)^3 = (1 + \ell)^3, \quad \ell = (R_2 - R_1)/R_1, \\ \alpha &= (\zeta - 1)\varepsilon_1 + (2\zeta + 1)\varepsilon_2, \quad \beta = (2 + \zeta)\varepsilon_1 + 2(\zeta - 1)\varepsilon_2 \end{aligned} \quad (5)$$

Подстановка уравнений (4) в уравнение $E = -\nabla\varphi$, связывающее индукцию электрического поля и электрический потенциал, дает следующие результаты

$$\begin{aligned} E_1 &= -\frac{9\varepsilon_2\varepsilon_3\zeta}{2\alpha\varepsilon_3 + \beta\varepsilon_2} E_0, \quad r < R_1, \\ E_2 &= -\frac{3\zeta\varepsilon_3}{2\alpha\varepsilon_3 + \beta\varepsilon_2} \left[\left(\varepsilon_1 + 2\varepsilon_2 - (\varepsilon_1 - \varepsilon_2) \frac{R_1^3}{r^3} \right) E_0 + 3(\varepsilon_1 - \varepsilon_2) \frac{R_1^3}{r^5} r(E_0 r) \right], \quad R_1 < r < R_2, \\ E_3 &= E_0 + \frac{\alpha\varepsilon_3 - \beta\varepsilon_2}{2\alpha\varepsilon_3 + \beta\varepsilon_2} \frac{R_2^3}{r^3} E_0 - 3 \frac{\alpha\varepsilon_3 - \beta\varepsilon_2}{2\alpha\varepsilon_3 + \beta\varepsilon_2} \frac{R_2^3}{r^5} r(E_0 r), \quad r > R_2. \end{aligned} \quad (6)$$

В теории эффективной среды рассматриваем двухкомпонентную смесь сферических частиц, которые случайно распределены в эффективной среде. В качестве второй компоненты рассмотрим сферические включения газа. Учтем, что диэлектрическая проницаемость такого композита равна диэлектрической проницаемости эффективной среды. Электрическое поле внутри второй компоненты определим как [7]

$$\frac{E_g}{E_0} = \frac{3\varepsilon_g}{\varepsilon_g + 2\varepsilon_{\text{eff}}}. \quad (7)$$

Здесь ε_g – диэлектрическая проницаемость газа или вакуума. Электрическое поле внутри компонент первого типа определи двумя исходными формулами (6) в которых $\varepsilon_3 = \varepsilon_{\text{eff}}$ (из-за того, что обе компоненты распределены в эффективной среде). После подстановки выражений для электрических полей (6) и (7) в уравнение (1) и их интегрирования найдем итоговое уравнения для нахождения эффективной диэлектрической проницаемости [5,6,8]

$$p\alpha \frac{\varepsilon_2(3\varepsilon_1 + (\alpha - 1)(\varepsilon_1 + 2\varepsilon_2)) - \varepsilon_{\text{eff}}(3\varepsilon_2 + (\alpha - 1)(\varepsilon_1 + 2\varepsilon_2))}{2\varepsilon_{\text{eff}}((\alpha - 1)\varepsilon_1 + 2(\alpha + 1)\varepsilon_2) + \varepsilon_2((\alpha + 2)\varepsilon_1 + 2(\alpha - 1)\varepsilon_2)} + (1 - p\alpha) \frac{\varepsilon_g - \varepsilon_{\text{eff}}}{\varepsilon_g + 2\varepsilon_{\text{eff}}} = 0, \quad (8)$$

где $\alpha = D^3 d^{-3}$, d и D – диаметры ядра и наночастицы, ε_1 – диэлектрическая проницаемость ядра, ε_2 – диэлектрическая проницаемость оболочки, ε_{eff} – диэлектрическая проницаемость композитной среды, p – объемная доля металла, ε_g – диэлектрическая проницаемость среды-хозяина. После подстановки

$\varepsilon_1 = \varepsilon_1' + i\varepsilon_1''$ и $\varepsilon_2 = \varepsilon_2' + i\varepsilon_2''$ в (8), последнее сводится к алгебраическому каноническому уравнению с комплексными коэффициентами $A_i = a_i + jb_i$:

$$\begin{aligned}
 a_0 &= 2\varepsilon_g\varepsilon_2'\varepsilon_1'' - 2\varepsilon_g\varepsilon_2''\varepsilon_1' + \varepsilon_g\alpha\varepsilon_1'\varepsilon_2'' - \varepsilon_g\alpha\varepsilon_1''\varepsilon_2' + 2\varepsilon_g\alpha(\varepsilon_2')^2 - 2\varepsilon_g\alpha(\varepsilon_2'')^2 - 2\varepsilon_g(\varepsilon_2')^2 + 2\varepsilon_g(\varepsilon_2'')^2 \\
 a_1 &= -2\alpha(\varepsilon_2')^2 - 2(\varepsilon_2'')^2 - 6\text{ра}(\varepsilon_2')^2 + 6\text{ра}(\varepsilon_2'')^2 + 6\text{ра}^2(\varepsilon_2')^2 - 6\text{ра}^2(\varepsilon_2'')^2 + 2(\varepsilon_2')^2 - 2\varepsilon_2'\varepsilon_1' + 2\varepsilon_2''\varepsilon_1'' + 3\text{ра}^2\varepsilon_2'\varepsilon_1' - \\
 &\quad 3\text{ра}^2\varepsilon_2''\varepsilon_1'' + 6\text{ра}\varepsilon_2'\varepsilon_1'' - 6\text{ра}\varepsilon_2''\varepsilon_1' - \alpha\varepsilon_1'\varepsilon_2'' + \alpha\varepsilon_1''\varepsilon_2' + 2\varepsilon_g\alpha\varepsilon_1' + 4\varepsilon_g\alpha\varepsilon_2' + 2\alpha(\varepsilon_2')^2 - \text{ра}^2\varepsilon_g\varepsilon_2'\varepsilon_1' + \text{ра}^2\varepsilon_g\varepsilon_2''\varepsilon_1'' - \\
 &\quad 2\text{ра}^2\varepsilon_g(\varepsilon_2')^2 + 2\text{ра}^2\varepsilon_g(\varepsilon_2'')^2 - \text{ра}\varepsilon_g(\varepsilon_2')^2 + \text{ра}\varepsilon_g(\varepsilon_2'')^2 + \text{ра}\varepsilon_g\varepsilon_2'\varepsilon_1'' - \text{ра}\varepsilon_g\varepsilon_2''\varepsilon_1' - 2\varepsilon_g\varepsilon_1' + 2\varepsilon_g\varepsilon_2' - 2\text{ра}\varepsilon_g\varepsilon_1' - 4\text{ра}\varepsilon_g\varepsilon_2' + 2\text{ра}\varepsilon_g\varepsilon_1' - \\
 &\quad 2\text{ра}\varepsilon_g\varepsilon_2'; \\
 a_2 &= 2\varepsilon_1' - 2\varepsilon_2' - 2\text{ра}(\varepsilon_2')^2 + 2\text{ра}(\varepsilon_2'')^2 - 4\text{ра}^2(\varepsilon_2')^2 + 4\text{ра}^2(\varepsilon_2'')^2 + 2\text{ра}^2\varepsilon_1' + 4\text{ра}^2\varepsilon_2' - 2\text{ра}\varepsilon_1' + 2\text{ра}\varepsilon_2' - 2\alpha\varepsilon_1' - 4\alpha\varepsilon_2' - \\
 &\quad 2\text{ра}^2\varepsilon_2'\varepsilon_1' + 2\text{ра}^2\varepsilon_2''\varepsilon_1'' + 2\text{ра}\varepsilon_2'\varepsilon_1'' - 2\text{ра}\varepsilon_2''\varepsilon_1'; \\
 b_0 &= \varepsilon_g\alpha\varepsilon_1'\varepsilon_2'' - 4\varepsilon_g\varepsilon_2''\varepsilon_2' + 2\varepsilon_g\varepsilon_1''\varepsilon_2' + 2\varepsilon_g\varepsilon_2''\varepsilon_1' + 4\varepsilon_g\alpha\varepsilon_2''\varepsilon_2' + \varepsilon_g\alpha\varepsilon_1''\varepsilon_2'; \\
 b_1 &= 4\varepsilon_2''\varepsilon_2' - 2\varepsilon_1''\varepsilon_2' - 2\varepsilon_2''\varepsilon_1' - 2\varepsilon_g\varepsilon_1'' + 2\varepsilon_g\varepsilon_2'' + \text{ра}\varepsilon_g\varepsilon_2'\varepsilon_1'' + \text{ра}\varepsilon_g\varepsilon_2''\varepsilon_1' - \text{ра}^2\varepsilon_g\varepsilon_2'\varepsilon_1'' - \text{ра}^2\varepsilon_g\varepsilon_2''\varepsilon_1' - \alpha\varepsilon_1''\varepsilon_2' - \alpha\varepsilon_1'\varepsilon_2'' - 4\alpha\varepsilon_2''\varepsilon_2' - \\
 &\quad 4\text{ра}^2\varepsilon_g\varepsilon_2'\varepsilon_2'' - 2\text{ра}\varepsilon_g\varepsilon_2'\varepsilon_2'' + 2\varepsilon_g\alpha\varepsilon_1'' + 4\varepsilon_g\alpha\varepsilon_2'' - 2\text{ра}^2\varepsilon_g\varepsilon_1'' + 2\text{ра}\varepsilon_g\varepsilon_1' - 4\text{ра}^2\varepsilon_g\varepsilon_2'' - 2\text{ра}\varepsilon_g\varepsilon_2'' + 3\text{ра}^2\varepsilon_2'\varepsilon_1'' + 3\text{ра}^2\varepsilon_2''\varepsilon_1' - \\
 &\quad 12\text{ра}\varepsilon_2'\varepsilon_2'' + 6\text{ра}\varepsilon_2'\varepsilon_1'' + 12\text{ра}^2\varepsilon_2''\varepsilon_2' + 6\text{ра}\varepsilon_2''\varepsilon_1'; \\
 b_2 &= -2\alpha\varepsilon_1'' - 4\alpha\varepsilon_2'' + 2\varepsilon_1'' - 2\varepsilon_2'' - 4\text{ра}\varepsilon_2'\varepsilon_2'' - 2\text{ра}^2\varepsilon_2'\varepsilon_1'' - 2\text{ра}^2\varepsilon_2''\varepsilon_1' - 8\text{ра}^2\varepsilon_2'\varepsilon_2'' + 2\text{ра}^2\varepsilon_1'' - \\
 &\quad 2\text{ра}\varepsilon_1'' + 4\text{ра}^2\varepsilon_2'' + 2\text{ра}\varepsilon_2'' + 2\text{ра}\varepsilon_2'\varepsilon_1'' + 2\text{ра}\varepsilon_2''\varepsilon_1'.
 \end{aligned} \tag{9}$$

Диэлектрическую проницаемость металлического ядра запишем как [6]

$$\varepsilon_1 = 1 - \frac{4\pi\sigma}{\gamma(\omega^2/\gamma^2 + 1)} + j \frac{4\pi\sigma}{\omega(\omega^2/\gamma^2 + 1)}, \tag{10}$$

где σ – статическая проводимость, γ – частота электронных колебаний. В случае, если ядро из полупроводникового материала, диэлектрическая проницаемость есть [9]

$$\varepsilon_1' = \varepsilon_L - \frac{Nq^2}{m^* \varepsilon_0} \frac{\tau^2}{(1 + \omega^2 \tau^2)}, \quad \varepsilon_1'' = \frac{Nq^2}{m^* \varepsilon_0 \omega} \frac{\tau}{(1 + \omega^2 \tau^2)}. \tag{11}$$

где ε_L^* – диэлектрическая проницаемость «решётки», τ – время релаксации импульса, N – концентрация носителей заряда, m^* – эффективная масса. Подставляя (10) или (11) в соотношения (9), находим эффективную диэлектрическую проницаемость среды.

Для исследования процессов управления взаимодействием электромагнитного излучения с гетерогенными системами, содержащими микронеоднородные слои с наноразмерными толщинами и размерами неоднородностей, меньше длины волны излучения необходимо исследовать зависимость коэффициента отражения от объемной доли проводящей фазы для композитной среды, представляющей собой диэлектрическую матрицу с core-shell включениями. Связь между компонентами эффективной диэлектрической проницаемости композитной среды с core-shell нанообъектами и показателями преломления n и поглощения k запишем как [9]:

$$\varepsilon' = n^2 - k^2, \tag{12}$$

$$\varepsilon'' = 2nk, \tag{13}$$

$$n^2 = \frac{1}{2}[\varepsilon' + \sqrt{(\varepsilon')^2 + \varepsilon''^2}],$$

$$k^2 = \frac{1}{2}[-\varepsilon' + \sqrt{(\varepsilon')^2 + \varepsilon''^2}].$$

Из условий непрерывности тангенциальных составляющих напряжённостей на границе раздела сред следуют известные выражения для амплитудного коэффициента отражения при нормальном падении r^* :

$$r^* = re^{i\phi} = \frac{Z_1 - Z_2^*}{Z_1 + Z_2^*} = \frac{n_2^* - n_1}{n_2^* + n_1}, \tag{14}$$

в которых индексами 2 и 1 помечены параметры сред, Z – волновое сопротивление, r и ϕ – модуль и фаза коэффициента отражения. Коэффициент отражения по мощности – $R = IrI^2$ и фаза коэффициента отражения через показатели преломления и поглощения в соответствии с (14) записываются следующим образом:

$$R = \frac{(n_2 - n_1)^2 + k^2}{(n_2 + n_1)^2 + k^2}, \quad \phi = \arctg \frac{2n_1 k_2}{n_1^2 - n_2^2 - k_2^2}. \tag{15}$$

Таким образом, предложенный подход позволяет осуществлять математическое моделирование структур и процессов взаимодействия электромагнитного излучения с core-shell нанообъектами, что особенно актуально как с позиций создания методов и средств анализа и контроля сред, содержащих core-shell нанообъекты, так и выяснения возможностей получения сред с управляемыми электродинамическими свойствами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Суздаев И.П. Многофункциональные наноматериалы / И.П. Суздаев // Успехи химии. 2009. № 78 (3). С. 266-301.
2. Третьяков Ю.Д. Основные направления фундаментальных и ориентированных исследований в области наноматериалов / Ю.Д. Третьяков, Е.А. Гудилин // Успехи химии. 2009. № 78 (9). С. 867-887.
3. Магнитные наночастицы: методы получения, строение и свойства / С.П. Губин, Ю.А. Кокшаров, Г.Б. Хомутов, Г.Ю. Юрков // Успехи химии. 2004. № 74 (6). С. 539-574.
4. Обобщенная формула для расчета электромагнитных констант среды со сферическими включениями / А.М. Тимошенко, В.И. Пономаренко // Радиотехника и электроника. 1996. Т. 41(4). С. 412-415.
5. Виноградов А.П. Электродинамика композитных материалов / А.П. Виноградов; под ред. Б.З. Каценеленбаума. М.: Эдиториал УРСС, 2001. 208 с.
6. Heating of metallic powders by microwaves: experiment and theory / V.D. Buchelnikov, D.V. Louzguine-Luzgin, G. Xie, S. Li, N. Yoshikawa, M. Sato, A.P. Anzulevich, I.V. Bychkov, A. Inoue // Applied Physics. 2008. 104. P. 113505-1-113505-10.
7. Electrodynamics of continuous media, 2nd edition: Vol. 8 (Course of theoretical physics) by L.D. Landau, L.P. Pitaevskii, E.M. Lifshitz, Butterworth-Heinemann, 1984. 460 p.
8. Электродинамические свойства неупорядоченных сред / Д.И. Биленко, Ю.Н. Галишникова, Е.И. Хасина и др. // Физика полупроводников и полупроводниковая электроника. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1986. С. 32-51.
9. Биленко Д.И. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Плазменный резонанс свободных носителей заряда в полупроводниках / Д.И. Биленко. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1999. 44 с.

Романчук Сергей Петрович – аспирант кафедры «Техническая физика и информационные технологии» Энгельсского технологического института (филиала) Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Sergey P. Romanchuk – Postgraduate
Department of Technical Physics and Information Technologies Engels Institute of Technology – Branch of Gagarin Saratov State Technical University

Терин Денис Владимирович – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Техническая физика и информационные технологии» Энгельсского технологического института (филиала) Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Denis V. Terin – PhD, Associate Professor
Department of Technical Physics and Information Technologies Engels Institute of Technology – Branch of Gagarin Saratov State Technical University

Клинаев Юрий Васильевич – доктор физико-математических наук, профессор кафедры «Техническая физика и информационные технологии» Энгельсского технологического института (филиала) Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Yuriy V. Klinayev – Dr. Sc., Professor
Department of Technical Physics and Information Technology Engels Institute of Technology – Branch of Gagarin Saratov State Technical University

Кац Альберт Маркович – доктор физико-математических наук, профессор кафедры «Техническая физика и информационные технологии» Энгельсского технологического института (филиала) Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Albert M. Katz – Dr. Sc., Professor
Department of Technical Physics and Information Technology Engels Institute of Technology – Branch of Gagarin Saratov State Technical University

Ю.А. Григорьев, П.Д. Шалаев, А.А. Бурцев

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АВТОЭМИССИОННЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ПУШЕК

На основе программного комплекса «Lorentz» с учетом заданных геометрических параметров и экспериментальных характеристик матричных автоэмиссионных катодных микро-, наноструктур проведено трехмерное компьютерное моделирование многолучевых автоэмиссионных электронных пушек с магнитным формированием для ЛБВО, клистронов, gyro-ЛБВ и приборов магнетронного типа.

Электронный пучок, электронная пушка, микропервеанс, автоэмиссия, 3D моделирование

Yu.A. Grigoryev, P.D. Shalaev, A.A. Bourtsev

COMPUTER SIMULATION OF FIELD EMISSION ELECTRON GUNS

3-D computer simulation by Lorentz-EM software of multibeam field emission electron guns with the magnetic focusing for TWT, klystrons, gyro-TWT and magnetron-type devices is performed with regard to geometrical and experimental characteristics of the field emission array cathodes with micro-nanostructures.

Electron beam, electron gun, micro-perveance, field emission, 3D simulation

Практическое применение многоострийных автоэмиссионных катодов (АЭК) в приборах вакуумной СВЧ электроники продвигается медленно. Главная причина медленного внедрения холодных катодов заключается в технологических особенностях и сложностях получения геометрически воспроизводимых многоострийных катодных и катодно-сеточных структур с наноразмерными вершинами острий. Значительные трудности возникают в ходе реализации тонкопленочных АЭК с углеродными нанотрубками на различных подложках. Сложности возрастают при проектировании мощных автоэмиссионных электронных пушек (ЭП) с компрессией по плотности тока в поперечном сечении формируемого электронного пучка.

Как видно из [1, 2], автоэмиссионная электроника развивается в форме широких экспериментальных и технологических исследований и разработок новых автоэмиссионных сред, включая углеродные наноструктуры, получаемых с применением принципов самоорганизации, в частности с использованием CVD-технологий. Следует обратить внимание на малое число публикаций, посвященных численному моделированию электронно-оптических систем (ЭОС) и ЭП с автоэмиссионными источниками для электровакуумных СВЧ приборов с мгновенным временем готовности. Специфика расчета электронных пушек с АЭК заключается в принципиальной необходимости учета дискретности, а также существенной неоднородности плотности тока и поперечных скоростей в эмиссионных центрах АЭК. Для задач с реальными конструкциями ЭОС нельзя ограничиться двумерным приближением, поэтому для решения таких задач необходимо использовать численное моделирование в трехмерной постановке. Отметим, что компьютерное моделирование электровакуумных приборов с АЭК существенно снижает затраты на проведение натурных экспериментов с изготовлением дорогостоящих опытных образцов.

Данная работа посвящена трехмерному компьютерному анализу интенсивных автоэлектронных потоков, полученных с поверхности АЭК в электронных пушках. Расчет электронных пушек проводился с помощью программного обеспечения Lorentz-3EM (Integrated Engineering Software) [3], позволяющая рассчитывать трехмерные электростатические и магнитные поля, а также с высокой точностью вычислять в них структуру потоков заряженных частиц. Также программа позволяет задавать автоэмиссионную эмитирующую структуру с определенным периодом в виде точек старта заряженных частиц. С учетом рассчитанного распределения электростатического и магнитного полей решается система уравнений движения частиц по методу Рунге-Кутты по выбору 4 или 5 порядка. Необходимо отметить, что распределение магнитного поля в программе может задаваться аналитически, либо решается задача магнитостатики для заданных геометрических размеров магнитных систем.

Начальный этап моделирования автоэмиссионных электронных пушек заключается в расчете распределения электростатического поля и траекторий частиц для одного микроострия структуры с учетом условий периодичности микроструктуры, технология получения которой описана в [4]. Необходимо

отметить, что частицы на поверхности вершины микроострия задаются согласно экспериментальным данным об эффективной площади эмиссии, определяемой эффективным углом эмиссии. Таким образом, следуя экспериментальным данным [4], средний угол для старта частиц примерно равен 60° . В рамках данных численных экспериментов каждая частица, стартующая с микроострия, имела усредненное значение автоэмиссионного тока, приходящееся на одно острие. После расчета и имитации формы электронного потока данные о направлении XYZ и компонентах скоростей или энергии электронного луча на выходе из микроострия сохраняются в файл, который в дальнейшем импортируется в область расчета электронной пушки.

Используя в качестве начальных данных угловое распределение электронов, стартующих с одного микроострия, программа позволяет провести расчет автоэмиссионной электронной пушки с общим числом крупных частиц до $6 \cdot 10^5$ штук и более.

Проведено моделирование ЭП магнетронно-инжекторного типа с учетом экспериментальных данных о геометрии и эмиссионных параметрах используемых или проектируемых для них автоэмиссионных катодных структур. Для образования эмитирующей поверхности АЭК в этом случае может быть применен метод CVD-технологий. В табл. 1 представлены электрические параметры и геометрические данные об ЭП с АЭК. Оценка первоначальной величины фокусирующего магнитного поля B для данной ЭОС проводилась по формуле [5]. ЭОС погружена в однородное магнитное поле со значением 1,5 Тл.

Далее представлен расчет трубчатого электронного потока, формируемого магнетронно-инжекторной автоэмиссионной электронной пушкой.

Таблица 1

I , А	U , кВ	S_c , см^2	N , см^{-2}	$n_{\text{тп}}$, шт.	$i_{\text{тп}}$, мкА	B , Тл
1,2	30	$11,3 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^8$	$4,5 \cdot 10^7$	$2,7 \cdot 10^{-2}$	1,5
R_c , мм малый радиус катода	R_{c1} , мм большой радиус катода	R_a , мм малый радиус анодного отверстия	R_{a1} , мм большой радиус анодного отверстия	l , мм высота конического АЭК	E , В/см	j , А/см ²
2,2	2,6	3,2	3,6	1,5	$\leq 3 \cdot 10^5$	10,8



Рис.1. Размерная схема ЭП



Рис. 2. Компьютерные изображения трубчатого электронного потока и его структуры в поперечном сечении

На рис. 2 представлена трехмерная форма электронного потока в однородном магнитном поле, сформированного магнетронно-инжекторной пушкой, а также положение крупных частиц в поперечном сечении на расстоянии 5 мм от катода. Результаты моделирования показывают, что формируется трубчатый электронный поток с микропервеансом $0,23 \text{ мкА/В}^{3/2}$ с внешним и внутренним диаметром – 4,8 и 3,2 мм соответственно.

Как известно, в настоящее время за рубежом ведутся активные исследования по созданию ЛБВО с низковольтным управлением с помощью катодно-сеточных микроструктурных конструкций [6]. В [7] была предпринята попытка создать автоэмиссионную семилучевую ЭП, формирующую суммарный электронный поток в общий пролетный канал без применения компрессии. Достигнутая плотность тока на катодных выступах и в общем электронном потоке в магнитном поле не превышала $1,3 \text{ А/см}^2$. Для современных и новых перспективных конструкций ЛБВО для терагерцового диапа-

зона требуются научно-технические решения, позволяющие создать компрессионные электронно-оптические системы со средней плотностью тока в поперечном сечении электронного пучка на катоде до 100 A/cm^2 ; в пространстве взаимодействия плотность тока должна достигать 700 A/cm^2 и более.

Нами в отличие от [7] проведен расчет многолучевой автоэмиссионной электронной пушки с компрессией пучка, представленной на схеме рис. 3. Основные параметры девятнадцатилучевого варианта электронной пушки с компрессией пучка представлены в табл. 2.

Таблица 2

$I, \text{ A}$	$U, \text{ кВ}$	$S, \text{ см}^2$	$N, \text{ см}^{-2}$	$n_1, \text{ шт.}$	$i_{\text{тп}}, \text{ мкА}$	n_2	θ	$B, \text{ Тл}$	$D_c, \text{ см}$	$D, \text{ см}$	$U_g, \text{ В}$	$j, \text{ A/cm}^2$
0,159	6	$1,33 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^6$	19	3	$5,3 \cdot 10^4$	10^0	0,06	0,66	0,4	500	12

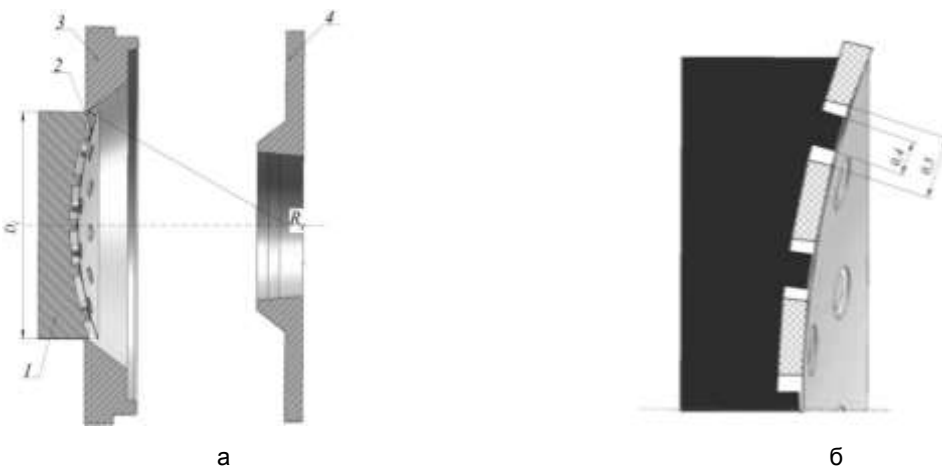


Рис. 3. а – схематическое изображение ЭП: 1 – АЭК, 2 – сеточный управляющий электрод, 3 – фокусирующий электрод; 4 – анод; б – автоэмиссионная катодно-сеточная конструкция

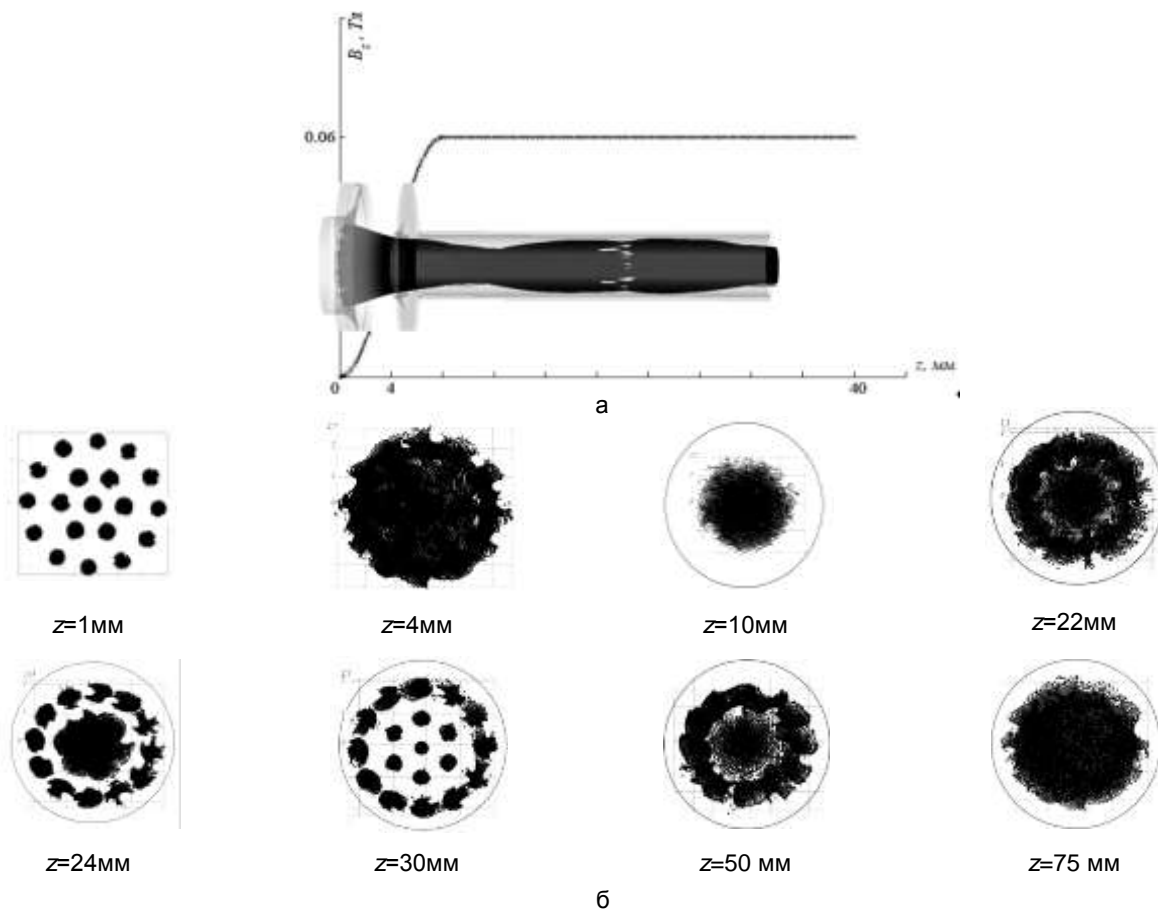


Рис. 4. Электронная пушка с компрессией пучка и кривая изменения магнитного поля B_z и положения частиц в поперечном сечении электронного пучка в различных сечениях

На рис. 4 а, б представлена трехмерная форма электронного потока, сформированного 19-лучевой ЭП с компрессией 2,7-3 единицы. Из результатов моделирования видно, что в результате пересечения локальных пучков после смешивания электронного многолучевого потока в нарастающем магнитном поле в области анодного отверстия тот же многолучевой поток на расстоянии от центра автоэмиссионного катода $z=30$ мм (область первой пульсации электронного пучка) восстанавливает свою первоначальную дискретную форму, имевшую место в прикатодной области. С увеличением длины пролета $z \gg 30$ мм структура плотности электронного потока более не повторяет своего первоначального дискретного вида, однако сформировавшийся электронный поток сохраняет устойчивую форму осесимметричного сплошного пучка.

Таким образом, в результате проведенной работы получены результаты 3D компьютерного моделирования автоэмиссионных электронных пушек магнетронно-инжекторного типа и многолучевой пушки с компрессией электронного пучка, формирующих протяженные электронные потоки для СВЧ приборов с учетом исходных данных о геометрии эмитирующей 3D поверхности, экспериментальных сведений об автоэмиссионном токе и распределения электронов по скоростям. На основе проведенного моделирования могут быть разработаны конструкции автоэмиссионных электронных пушек с плотностью тока более 10^3 А/см².

ЛИТЕРАТУРА

1. Ulisse G. Electron Gun with Cold Cathode for THz Devices / G. Ulisse, F. Brunetti, A. Carlo. IVEC, 2010. P. 449-450.
2. С. Вартапетов, Э. Ильичев, Р. Набиев и др. Эмиссионная электроника на основе нано- (микро-) структурированных углеродных материалов. Наноиндустрия № 5 2009. С.12-18.
3. A. Asi Boundary Element Method Integrated Engineering Software 2001, SPIE Conference, pp. 3-15.
4. Ю.А. Григорьев, П.Д. Шалаев, А.А. Бурцев и др. Исследование вакуумных автоэмиссионных микродиодов с изменяющимся зазором // Нано- и микросистемная техника №7(96) 2008 С.47-52.
5. Алямовский И. В. Электронные пучки и электронные пушки. М.-: Сов. радио, 1966. 453 с.
6. 100 W Operation of a Cold Cathode TWT / D.R. Whaley, et.al. // IEEE Transactions of Electron Devices. 2009. Vol. 56. № 5. P. 896-905.
7. Диодная автоэмиссионная электронная пушка / Н.А. Бушуев, Ю.А. Григорьев, Н.Д. Гаврюшова и др. // Нанотехника. 2006. № 3. С. 3-6.

Григорьев Юрий Алексеевич – доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Саратовского филиала Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН

Yuri A. Grigoryev – Dr. Sc., Senior Research Fellow V. Kotelnikov Institute of Radio Engineering and Electronics of the Russian Academy of Sciences

Шалаев Павел Данилович – начальник отдела ФГУП «НПП «Алмаз», г. Саратов

Pavel D. Shalaev – Department Supervisor: FSUE «S&P Corporation «Almaz», Saratov

Бурцев Антон Александрович – кандидат технических наук, начальник лаборатории фундаментальных исследований ФГУП «НПП «Алмаз», г. Саратов

Anton A. Bourtsev – PhD, Head: Laboratory of Basic Research FSUE «S&P Corporation «Almaz», Saratov

Статья поступила в редакцию 24.10.11, принята к опубликованию 01.12.11

ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 546.56

**В.Г. Гоффман, А.В. Гороховский, Н.В. Горшков, Е.В. Третьяченко,
О.С. Телегина, А.В. Ковнев**

СИНТЕЗ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИТИТАНАТА КАЛИЯ, ДОПИРОВАННОГО СЕРЕБРОМ

Работа посвящена синтезу полититаната калия допированного серебром и изучению его электрохимических свойств. Определены проводимости, диэлектрическая проницаемость, тангенс диэлектрических потерь. Обнаружена смена механизма электронной проводимости при 120°C. Рассмотрена возможность применения полученного материала в накопителях энергии – ионисторах.

Полититанаты калия, ионообменная адсорбция, нанокompозит, синтез, структура, свойства, проводимость

**V.G. Goffman, A.V. Gorokhovskiy, N.V. Gorshkov, E.V. Tretyachenko,
O.S. Telegina, A.V. Kovnev**

SYNTHESIS AND ELECTROCHEMICAL PROPERTIES OF POTASSIUM POLYTITANATES DOPED SILVER

The work is devoted to the synthesis of potassium polytitanates doped silver and study of its electrochemical properties. Conductivity, dielectric constant and dielectric loss tangent are determined. A change in the mechanism of electronic conduction at 120°C is detected. The possibility of applying the obtained material for technical devices is considered.

Potassium polytitanates, ion-exchange adsorption, nanocomposite, synthesis, structure, properties, conductivity

Несомненный интерес представляют керамические материалы, имеющие слоистую структуру, благодаря которой в них легко протекает процесс легирования (интеркалирования) металлами переходной группы. Одним из таких материалов является полититанат калия (ПТК), недавно синтезированный и находящий применение в ряде прикладных областей науки и техники [1-4]. Электрохимические и электрофизические свойства ПТК зависят от температуры отжига, легирующего элемента и количества последнего. Легирование изменяет свойства керамики, варьируя соотношение ионно-электронной проводимости в широких пределах. Допирование рядом металлов переходной группы, по-видимому, сможет позволить программировать свойства получаемых керамик для применения в накопителях энергии – суперконденсаторах, в водородной энергетике – в топливных элементах, в приборостроении и электронике.

Настоящая работа посвящена синтезу и исследованию электрохимических и электрофизических свойств ПТК, допированного серебром. Целью исследования является поиск новых керамических материалов, обладающих проводимостью по протонам или по ионам серебра.

Полититанат калия синтезировали в расплаве солей TiO_2 : KOH : KNO_3 взятых в соотношении 1:1:8 при температуре 500°C в течение 2 ч. [5]. Синтезированный полититанат калия тщательно промывали дистиллированной водой и сушили при температуре ~50°C до постоянной массы.

Процесс легирования проводили в водной среде, в которой в избытке присутствовала соль легирующего металла. В нашем случае легирование проходило в водном растворе AgNO_3 . Полученную суспензию перемешивали на магнитной мешалке в течение 6 часов и дополнительно выдерживали 5-8 часов для достижения равновесия. Далее промывали и сушили при температуре 50°C в течение 4-5 часов, после этого измельчали в агатовой ступке или в шаровой мельнице.

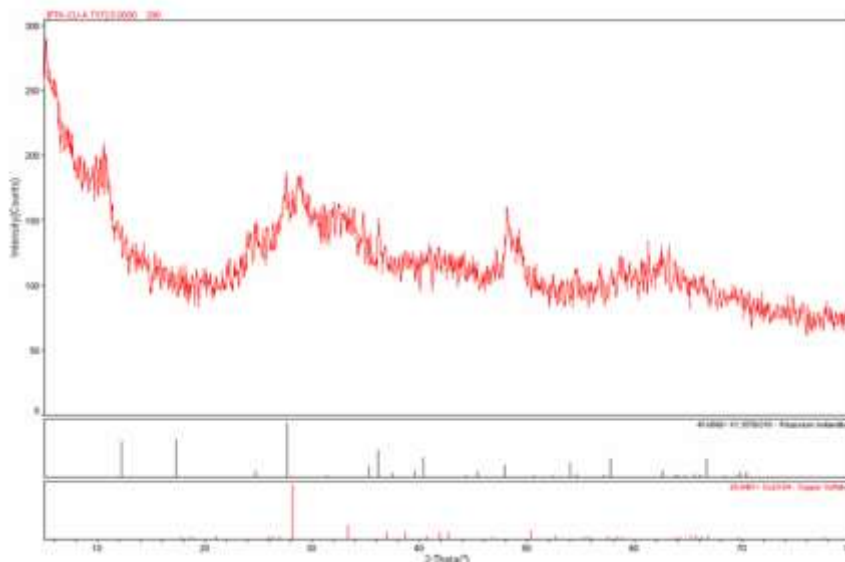


Рис. 1. Дифрактограмма ПТК, допированного серебром

Полученный таким образом полтитанат калия представлял собой аморфное вещество (рис. 1) с мольным отношением $\text{TiO}_2:\text{K}_2\text{O} = 4,2$, и имеющее слоистую структуру. По результатам ДТА можно было сделать заключение: потеря массы начинается при температуре выше 60°C и полученный ПТК содержит $\sim 10,7\%$ адсорбционной и $\sim 1,8\%$ кристаллизационной воды (рис.2). Поэтому процессы сушки ПТК проводили при температурах ниже 60°C .

Для исследования импедансных спектров из порошков прессовали таблетки диаметром 13 мм или 8 мм и толщиной 0,7...1,1 мм при давлении ~ 500 МПа. На таблетки наносили контакты с двух сторон в виде серебряной пасты – контактола К13 и сушили при комнатной температуре.

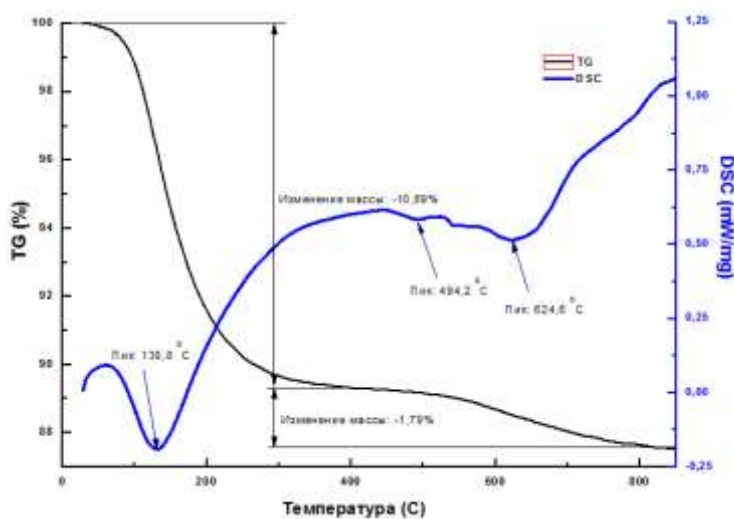


Рис. 2. Термограмма ПТК, допированного серебром

Частотные зависимости комплексного сопротивления – импеданса Z^* ($Z'+i \cdot Z''$) образцов измеряли в интервале температур от 22 до 170°C с помощью импедансметров Z350, Z2000 при шаговом изменении частоты в диапазоне от 5 Гц до 1 МГц с амплитудой измеряемого сигнала от 10 до 20 мВ. По измеренным Z' и Z'' определяли действительную ϵ' и мнимую ϵ'' составляющие диэлектрической проницаемости, комплексную удельную проводимость σ^* и тангенс диэлектрических потерь $\text{tg}\delta$.

Анализ частотных спектров импеданса, представленных в виде диаграммы Коула–Коула (рис. 3 а), позволил определить объемную проводимость и энергию активации. Объемное сопротивление R_v определялось, согласно модели Графова-Укше (АРДС) [6], по экстраполяции дуги годографа на бесконечно большую частоту [7]. Таким образом, были получены значения реальной составляющей импеданса, не зависящие от частоты, и рассчитано значение удельной проводимости, которая оценивается как $\sigma = 3,6 \cdot 10^{-2}$ См/м при 25°C . Температурная зависимость проводимости от обратной температуры удовлетворительно описывается уравнением Аррениуса $\sigma T = \sigma_0 \exp(-E_a/kT)$, что позво-

ляет определить энергию активации ионной проводимости, которая равна 0,16 eV для первого цикла температурных измерений (рис. 3, б) и может быть представлена зависимостью

$$\sigma T = (4,023^{+4,96}_{-2,38})10^3 \exp(-0,166 \pm 0,02)/kT).$$

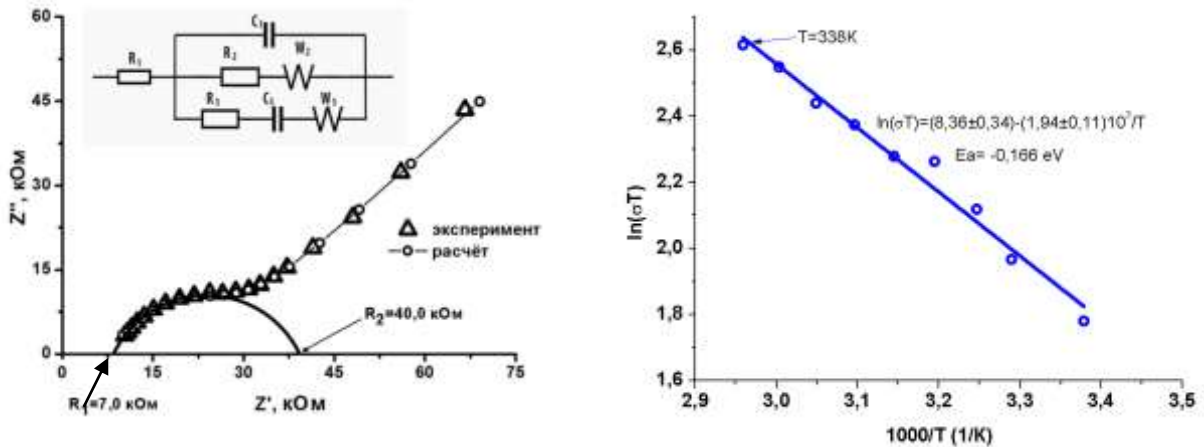


Рис. 3. а – годограф импеданса гетероперехода (ПТК+Ag)/Ag при 25°C, вкладка: эквивалентная схема, соответствующая параллельным процессам переноса зарядов, б – температурная зависимость проводимости с энергией активации $E_a = 0,166$ эВ

Важным свойством полученных годографов (рис. 3 а) является наличие в низкочастотной области линейного участка с наклоном около 45° к действительной оси Z' . Импеданс такого вида (импеданс Варбурга) характерен для материалов, обладающих ионной проводимостью, которая затруднена диффузионными процессами и блокирующими электродами [8] по отношению к протонам. В связи с этим следует различать величины диэлектрической проницаемости ϵ , рассчитанные с помощью соотношения $\omega_{\max}RC = 1$ и полученные из непосредственных измерений на низких частотах (ниже 10 kHz). В первом случае диэлектрическая проницаемость характеризует объемные свойства материала [8]. Во втором случае ϵ' растет с понижением частоты и достигает значений порядка тысяч единиц (рис. 4а). Причиной этого может служить как накопление электрических зарядов вблизи блокирующих электродов за счет объемно-зарядной (миграционной или диффузионной) поляризации [9], так и максвелл-вагнеровская релаксация, характерная для слоистых структур с разной проводимостью и разной диэлектрической проницаемостью для материалов, образующих слои и вещества межслойного пространства [10, 11]. Гигантское увеличение квазистатической диэлектрической проницаемости в полититанате калия, по-видимому, как раз и связано с его слоистой структурой.

Участок, где ϵ' уменьшается с ростом частоты, связан с областью частот, в которой поляризационные заряды не успевают следовать за приложенным переменным электрическим полем. Вклад отстающих от поля релаксаторов в общую поляризацию диэлектрика становится меньше, что и приводит к снижению ϵ' . На частотной зависимости ϵ' , в принципе, может наблюдаться несколько спадов, каждый из которых соответствует «отключению» очередного механизма поляризации. В нашем случае в исследуемом диапазоне частот, мы, по-видимому, имеем один или несколько типов релаксаторов, имеющих близкие времена релаксации.

Анализ частотной зависимости тангенса потерь (рис. 4 б) обнаруживает два ярко выраженных максимума при частотах 521 Гц и 109,8 кГц, что свидетельствует о двух независимых релаксационных процессах. Низкочастотный может быть связан с адсорбционной водой, а высокочастотный – с остаточной структурно связанной водой.

Для максвелл-вагнеровской релаксации [12] характерны «плато» для ϵ' при $\omega\tau \ll 1$ (где τ – среднее время диэлектрической релаксации) и резкое уменьшение ϵ' вблизи частотного интервала, в котором $\omega\tau \sim 1$ (рис. 4 а).

Величина dc-проводимости рассчитывалась из частотной зависимости $\lg(\sigma')$ от $\lg f$ экстраполяцией на инфранизкую частоту. Анализ полученных результатов показал, что электропроводность по постоянному току ПТК при комнатной температуре характеризуется величиной σ_{dc} порядка 10^{-8} См/м и заметного влияния на диэлектрический отклик не оказывает. При высокой температуре (170°C) σ_{dc} увеличивается до 10^{-5} См/м. Температурная зависимость σ_{dc} хорошо описывается уравнением $\sigma_{dc}T = \sigma_{dc0}\exp(-E_{dc}/kT)$, где σ_{dc0} – предэкспоненциальный множитель, E_{dc} – энергия активации носителей заряда постоянного тока, k – постоянная Больцмана. На рис. 5б представлена зависимость $\ln(\sigma_{dc}T)$ от обратной температуры. Видно, что отрезки прямых линий, описывающих данную зависимость, имеют разный наклон в области высоких и низких температур. Определенная по тангенсу угла

наклона величина E_{dc} составляет 1,36 eV при $T > 393K$ и 0,20 eV при $T < 393K$ и может быть представлена следующими зависимостями:

$$\sigma T = (1,32^{+0,45}_{-0,69})10^{-2} \exp(-0,20 \pm 0,01/kT),$$

при $T < 393K$ и для $T > 393K$

$$\sigma T = (1,07^{+30,0}_{-1,033})10^{13} \exp(-1,36 \pm 0,12/kT).$$

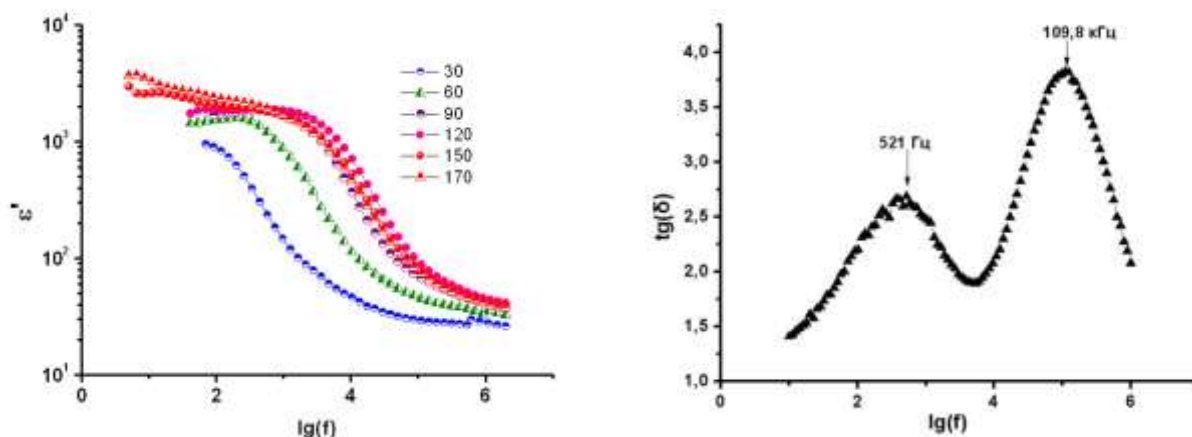


Рис. 4. Частотные зависимости: а – реальной составляющей диэлектрической проницаемости, б – тангенса угла диэлектрических потерь

Зависимости $\sigma_{dc}(T)$ с различными значениями энергии активации наблюдались как для твердых электролитов [13], так и для оксидных перовскитных соединений и твердых растворов [14]. Следует отметить, что в высокотемпературной области значения E_{dc} для таких материалов близки между собой и составляют величину ~ 1 eV. Скачок E_{dc} при повышении температуры свидетельствует об изменении механизма проводимости: смене типа носителей заряда или изменения условий их перемещения в ПТК. По результатам термоанализа было установлено, что на температуру 120-130°C приходится максимум потери массы, т.е. максимум потери адсорбционной воды. После удаления адсорбционной воды в ПТК остается структурно связанная вода. Этот факт, по-видимому, можно связать с изменением механизма dc-проводимости.

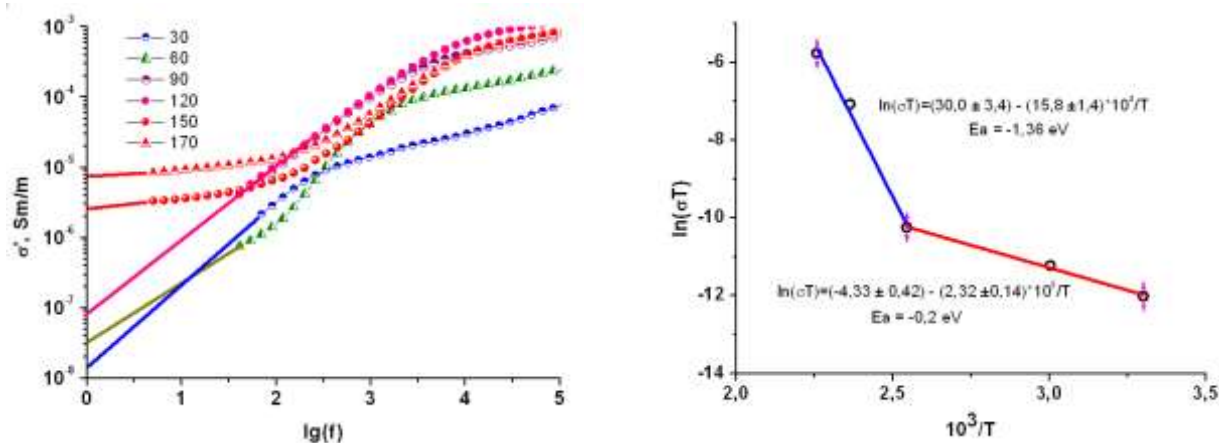


Рис. 5. Частотная и температурная зависимости электронной проводимости ПТК, допированного серебром

На основании анализа импеданс-спектров показано, что ПТК обладает ионной проводимостью $3,6 \cdot 10^{-2}$ См/м при 25°C и энергией активации 0,16 eV, при этом dc-проводимость не превышает 10^{-8} См/м при 25°C и составляет 10^{-5} См/м при 170°C, диэлектрическая проницаемость составляет $\sim 5 \cdot 10^3$ при 170°C. Низкая проводимость по постоянному току, высокая по переменному току и высокая диэлектрическая проницаемость могут служить доводом в пользу применения синтезированного материала в конденсаторах и в других накопительных устройствах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Tachiki M. Anisotropy of critical current in layered oxide superconductors / M. Tachiki, S. Takahashi // Solid State Com. 1989. V. 72. № 11. P. 1083-1086.

2. Landis M.E. Preparation of molecular sieves from dense layered metal oxide / M.E. Landis [and others] // *Am. Chem. Soc.* 1991. V. 113. № 8. P. 3189-3190.
3. Nunes L.M. The Intercalation of Some Heterocyclic Amines into α -Titanium Hydrogenphosphate - Structural and Calorimetric Data / L.M. Nunes, C. Airoidi // 2000. V.154, № 2. P. 557-563.
4. Sasaki T. Protonated pentatitanate: preparation, characterizations and cation intercalation / T. Sasaki, Y. Komatsu, Y. Fujiki // *Chem. Mater.* 1992. № 4 (4). P. 894-899.
5. Sanchez-Monjaras, T. Molten salt synthesis and characterization of polytitanate ceramic precursors with varied $\text{TiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ molar ratio / T. Sanchez-Monjaras, A.V. Gorokhovskiy, J.I. Escalante-Garcia // *Am. Ceram. Soc.* 2008. Vol. 91. № 9. P. 3058-3065.
6. Укше Е.А. Твердые электролиты / Е.А. Укше, Н.Г. Букун. М.: Наука, 1977. 175 с.
7. Diffusion Processes in Silver-Conducting Solid Electrolyte in Terms of the Grafov-Ukshe Model of Adsorption Relaxation of Double Layer / V.G. Goffman [and others] // *Russian Journal of Electrochemistry.* 2007. Vol. 43. № 6. P. 625-632.
8. Дефектная структура и процессы электропроводности монокристаллов $\text{Pb}_5\text{Ge}_3\text{O}_{11}$ при высоких температурах / В.М. Дуда, А.И. Баранов, А.С. Ермаков, Р.С.Т. Слэйд // *ФТТ.* 2006. 48. № 1. С. 59-63.
9. Гнеденков С.В. Импедансная спектроскопия в исследовании переноса заряда / С.В. Гнеденков, С.Л. Синябрюхов // *Вестник ДВО РАН.* 2006. № 5. С. 6-16.
10. Турик А.В. Максвелл-вагнеровская релаксация упругих констант в слоистых полярных диэлектриках / А.В. Турик, Г.С. Радченко // *ФТТ.* 2003. 45. № 6. С. 1013-1016.
11. Lemanov V.V. Giant dielectric relaxation in SrTiO_3 -- $\text{SrMg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3$ and SrTiO_3 -- $\text{SrSc}_{1/2}\text{Ta}_{1/2}\text{O}_3$ solid solutions / V.V. Lemanov, A.V. Sotnikov, E.P. Smirnova, M. Weihnacht // *ФТТ.* 2002. 44. № 11. С. 1948-1957.
12. Turik, A.V. Maxwell-Wagner relaxation in piezoactive media / A.V. Turik, G.S. Radchenko // *J. Phys. D: Appl. Phys.* 2002. 35., №11. P. 1188-1192.
13. Гоффман В.Г. Профили концентрации и коэффициенты диффузии иода в RbAg_4J_5 / В.Г. Гоффман, Е.А. Укше // *Электрохимия.* 1981. Т. 17. № 3. С. 380-382.
14. Температурная импеданс-спектроскопия твердых растворов $(1-x)\text{Na}_{1/2}\text{Bi}_{1/2}\text{TiO}_3$ - $x\text{LaMg}_{1/2}\text{Ti}_{1/2}\text{O}_3$ / Н.М. Олехнович и др. // *ФТТ.* 2008. 50. №3. С. 472-478.

Гоффман Владимир Георгиевич – доктор химических наук, профессор кафедры «Химия» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Vladimir G. Goffman – Dr. Sc., Professor
Department of Chemistry
Gagarin Saratov State Technical University

Гороховский Александр Владиленович – доктор химических наук, профессор кафедры «Химия» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Aleksandr V. Gorokhovskiy – Dr. Sc., Professor
Department of Chemistry
Gagarin Saratov State Technical University

Горшков Николай Вячеславович – кандидат технических наук, ассистент Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Nikolay V. Gorshkov – PhD, Assistant Lecturer
Gagarin Saratov State Technical University

Третьяченко Елена Васильевна – кандидат химических наук, доцент кафедры «Химия» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Elena V. Tretyachenko – PhD, Associate Professor
Department of Chemistry
Gagarin Saratov State Technical University

Телегина Оксана Станиславовна – аспирант кафедры «Химия» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Oksana S. Telegina – Postgraduate
Department of Chemistry
Gagarin Saratov State Technical University

Ковнев Алексей Владимирович – аспирант кафедры «Химия» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Aleksey V. Kovnev – Postgraduate
Department of Chemistry
Gagarin Saratov State Technical University

УДК 661.77

О.С. Арзамасцев, С.Е. Артеменко, В.Ф. Абдуллин, С.В. Арзамасцев

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ПЛЕНОК ХИТОЗАНА

Установлена возможность использования многокомпонентного растворителя для получения растворов хитозана и интенсификации процесса формирования пленок из него, а также исследованы характеристики получаемых пленок.

Хитозан, пленка, уксусная кислота, этиловый спирт, растворитель

O.S. Arzamastsev, S.E. Artemenko, V.F. Abdullin, S.V. Arzamastsev

INTENSIFICATION OF THE PROCESS FOR RECEIVING CHITOSAN FILMS

Possibility of use multicomponent solvent for reception of solutions xumozana and intensifications of process of formation of films from it is established, and also characteristics of received films are investigated.

Chitosan, film, acetic acid, ethyl spirit, solvent

Хитин и хитозан, а также производные этих полисахаридов, получаемых из панцирей ракообразных, считаются одними из наиболее перспективных биоматериалов будущего. По некоторым оценкам, объем производства изделий из этих биополимеров в 2005 году составил более 2 млрд. долларов, из которых 75% использовано в крупнейших отраслях промышленности, таких как пищевая, медицинская, косметическая и др. Уникальная структура хитозана обуславливает проявление целого ряда полезных свойств, основными из которых являются гипоаллергенность, биodeградируемость, биосовместимость, способность к пленко- и волокнообразованию, антимикробные свойства.

Одним из наиболее перспективных направлений расширения областей применения является использование этого биополимера для создания новых материалов, обладающих уникальным комплексом свойств. В настоящее время известно более 70 направлений использования хитина и хитозана в различных отраслях промышленности, и с каждым годом количество инновационных продуктов на основе хитозана и его производных в мире увеличивается. В косметической промышленности хитозан является биологически совместимым полимером, благоприятно воздействующим на кожу и структуру волос, входит в состав увлажняющих кремов, лосьонов, гелей и шампуней. Огромным потенциалом хитозан обладает в медицине – это шовные материалы, рано- и ожогозаживляющие повязки, компонент мазей и различных лечебных препаратов. Кроме того, высокие сорбционные свойства позволяют использовать хитозан при очистке воды. Перспективными направлениями использования хитозана является модификация текстильных материалов, получение высококачественных сортов бумаги и т.д.

Изготовление пленок и мембран из хитозана возможно только из растворов, т.к. получение расплава невозможно вследствие того, что температура плавления превышает температуру его деструкции. В связи с этим при получении мембран и пленок возникают определенные сложности, связанные с необходимостью длительного процесса сушки вследствие низкой скорости испарения растворителя, а получение концентрированных растворов не может быть реализовано в силу высокой вязкости получаемой системы даже при низких концентрациях хитозана. Традиционно для получения растворов хитозана используют 3% водный раствор уксусной кислоты. Основным недостатком использования этого растворителя является необходимость длительной сушки свежеформованных материалов. Кроме того, такой растворитель позволяет получить высоковязкие растворы с низкой концентрацией (5-6%) в них хитозана.

Актуальной задачей является разработка эффективных растворителей хитозана, характеризующихся высокой скоростью испарения и обеспечивающих требуемый комплекс характеристик пленок.

Объектами исследования явились хитозан порошкообразный (молекулярная масса 120 кДа, степень деацетилирования 90%), изопропиловый спирт (ГОСТ 9805-84), диметилформамид (ГОСТ 20289-74), метиленхлорид (ГОСТ 9968-86), этилацетат (ГОСТ 8981-78).

Установлено, что при использовании в качестве растворителей диметилсульфоксида, метиленхлорида, изопропилового спирта и этилацетата при $t=25^{\circ}\text{C}$ происходит набухание хитозана без его растворения (рис. 1).

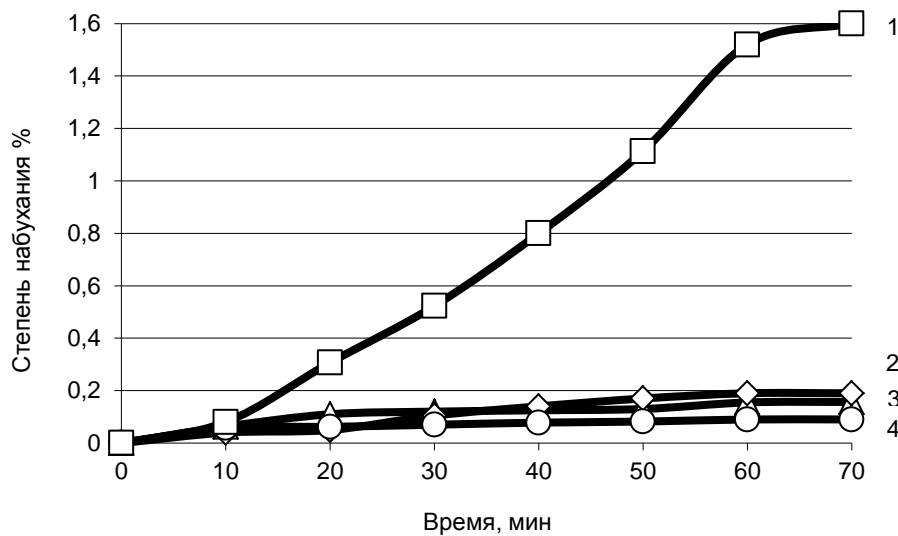


Рис. 1. Кривые набухания хитозана в различных растворителях:
1 – метиленхлорид; 2 – этилацетат; 3 – изопропиловый спирт; 4 – диметилформамид

Степень набухания хитозана в метиленхлориде существенно выше, чем во всех исследованных растворителях, что, очевидно, связано с лучшей диффузией молекул метиленхлорида в хитозан вследствие меньших их размеров по сравнению с другими растворителями.

Растворения во всех перечисленных растворителях не происходит также при увеличении температуры растворителя до значений, близких к температурам их кипения.

Известно, что традиционно используемым растворителем хитозана является 3% водный раствор уксусной кислоты. При получении пленок хитозана одним из недостатков таких растворов является низкая скорость испарения растворителя. Установлено, что растворение хитозана можно осуществлять в спиртосодержащем растворе уксусной кислоты, что позволяет интенсифицировать процесс испарения растворителя из сформованных пленок (рис. 2).

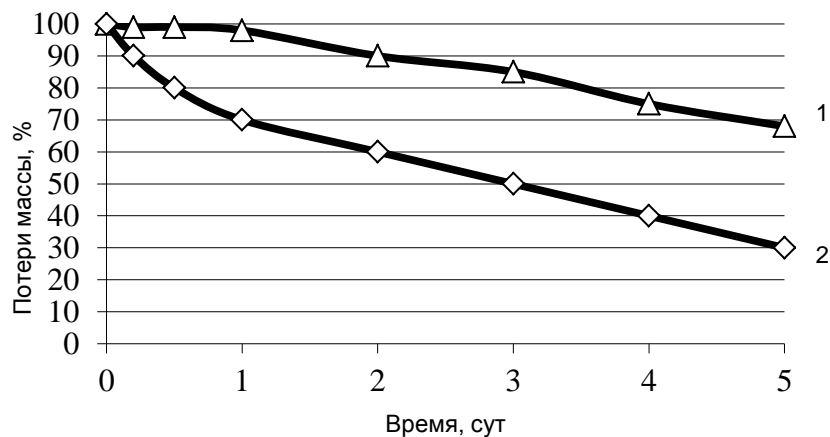


Рис. 2. Кривые изменения массы сформованных пленок хитозана при использовании различных растворителей:
1 – 3 % раствор уксусной кислоты; 2 – 3 % раствор уксусной кислоты-этиловый спирт (1:1)

Установлено, что использование спиртосодержащего растворителя позволяет в 2 раза ускорить процесс формирования пленок за счет более интенсивного испарения растворителя. Увеличение доли этилового спирта в растворителе более 50% нецелесообразно, поскольку приводит к снижению растворимости хитозана.

Полученные при использовании различных растворителей пленки хитозана исследовались методом ИК-спектроскопии (рис. 3).

На ИК-спектрах пленок хитозана, полученных при использовании различных растворителей, присутствуют полосы поглощения, характерные для полисахаридов, это полосы $-\text{OH}$ групп: $\nu = 1430 \text{ см}^{-1}$ и $\delta = 1647 \text{ см}^{-1}$, а также полоса гликозидной связи $\text{C}-\text{O}-\text{C} - \nu = 1088 \text{ см}^{-1}$. Кроме того, присутствуют слабые полосы поглощения при 883 и 796 см^{-1} , которые можно отнести соответственно к деформационным колебаниям группы C_1-H в β -сахарах и пульсационным колебаниям пиранозного

кольца в β -сахарах. В спектрах также присутствуют полосы поглощения групп CH_2 – 2923 и CH_3 – 2853 cm^{-1} , об этом свидетельствует также наличие полос, соответствующих деформационным колебаниям этих групп при 1462, 1381 и 1321 cm^{-1} . О наличии группы NH_2 , которая накладывается на полосы $-\text{OH}$ групп, говорит присутствие в спектрах $\nu=3438$ и $\delta=1632$ cm^{-1} . Также имеются полосы поглощения, характерные для остатков ацетильной группы: ν ($-\text{C}=\text{O}$) =1742 и 1254 cm^{-1} . Полоса при 1150 cm^{-1} принадлежит связи $\text{C}-\text{N}$.

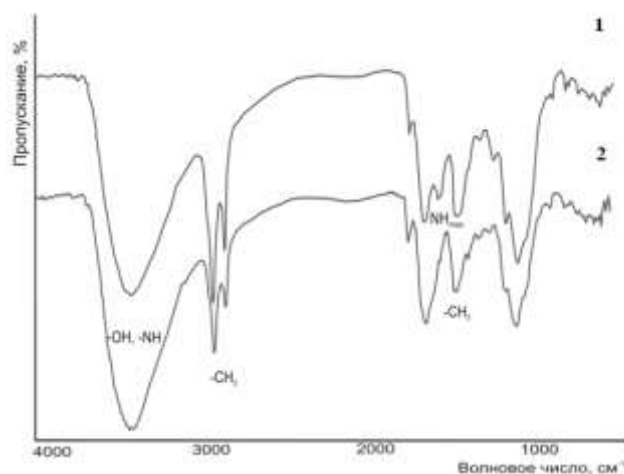


Рис. 3. ИК-спектры пленок хитозана, полученных при использовании различных растворителей:
1 – 3 % раствор уксусной кислоты; 2 – 3 % раствор уксусной кислоты – этиловый спирт (1:1)

Таким образом, химический состав пленок хитозана, сформованных из уксуснокислого и спиртосодержащего растворов, практически одинаковый, однако наблюдается небольшой разброс характеристических полос по волновым числам и интенсивностям. Это явление может быть обусловлено структурно-молекулярной неоднородностью исследуемых объектов.

Таким образом, установлено, что использование ряда органических растворителей - изопропилового спирта, диметилформамида, метиленхорида, этилацетата для получения растворов хитозана невозможно. Интенсифицировать процесс получения пленок хитозана можно использованием спиртосодержащего растворителя, скорость испарения которого существенно выше, что позволяет в 2 раза сократить процесс получения хитозановой пленки.

Арзамасцев Олег Сергеевич – аспирант кафедры «Химическая технология» Энгельсского технологического института Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Oleg S. Arzamastsev – Postgraduate
Department of Chemical Technologies
Engels Institute of Technology – Branch
of Gagarin Saratov State Technical University

Артеменко Серафима Ефимовна – доктор технических наук, профессор кафедры «Химическая технология» Энгельсского технологического института Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Serafima E. Artemenko – Dr. Sc., Professor
Department of Chemical Technologies
Engels Institute of Technology – Branch
of Gagarin Saratov State Technical University

Абдуллин Валерий Филарисович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Химическая технология» Энгельсского технологического института Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Valeriy F. Abdullin – PhD, Associate Professor
Department of Chemical Technologies
Engels Institute of Technology – Branch
of Gagarin Saratov State Technical University

Арзамасцев Сергей Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Химическая технология» Энгельсского технологического института Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Sergey V. Arzamastsev – PhD, Associate Professor
Department of Chemical Technologies
Engels Institute of Technology – Branch
of Gagarin Saratov State Technical University

УДК 544.6.076.32

А.М. Михайлова, Г.И. Сигейкин, В.В. Ефанова, Д.А. Жуков, Т.В. Дубова**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАДЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ
ЭЛЕКТРОЛИТА В ОБЪЕМНО-РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ЭЛЕКТРОДАХ
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ**

Разработан метод определения концентрации раствора электролита в порах объемно-распределенных электродов. Он основан на изменении диффузионных потенциалов, возникающих на границах соприкосновения исследуемого раствора с растворами электродов измерения. Проведен теоретический расчет распределения поляризации по толщине пористого электрода с твердополимерным электролитом.

Раствор электролита, поляризация, концентрация, пористый электрод

A.M. Mikhailova, G.I. Sigeykin, V.V. Efanova, D.A. Zhukov, T.V. Dubova**DEFINING THE VOLTAGE LOSSES AND CHANGING ELECTROLYTE CONCENTRATION
IN VOLUME-DISTRIBUTED ELECTRODES ENERGY REFORMER**

The given method was developed to define electrolyte solution concentration in volume-distributed electrode pores. The method is based on changing diffusion potential arising at the borders of physical contact of the analyzed solution with measuring electrode solutions. Theoretical analysis of polarization distribution along the porous electrode with solid polymer electrolyte was carried out.

Electrolyte solution, polarization, concentration, porous electrode

В связи с развитием новой технологии появилась потребность в создании химических источников тока высокой мощности. К решению этой проблемы можно подойти двояко: путем подбора новых электрических систем либо путем совершенствования уже существующих.

Известно, что повышение мощности электрической системы можно осуществлять заменой гладкого электрода пористым.

Согласно теоретическим представлениям, развитым, в основном, во второй половине XIX века В.С. Даниэль-Бекон, А. Винзелем, О.С. Ксенжеком, В.С. Багоцким [1-5] и другими, интенсивность работы пористого электрода в зависимости от конкретных условий будет определяться концентрацией раствора электролита, находящегося в его порах. Причем последняя в процессе поляризации может претерпевать существенные изменения.

Сложность экспериментального определения концентрации раствора электролита в данном случае заключается в том, что сам пористый электрод, в котором происходят эти изменения, представляет собой многофазную многокомпонентную систему. И очень трудно выбрать такой параметр интересующей нас жидкой фазы, которой характеризовал бы изменение состояния именно этой фазы и не испытывал бы на себе влияние обычно также изменяющихся остальных фаз.

До настоящего времени различные варианты аналитических методов были единственными, дающими количественную информацию. Ими пользовались В.В. Стендер и П.Б. Животинский при исследовании состава раствора электролита в порах графитовых анодов при электролитическом получении хлора, Б.В. Эршлер [6] при определении концентрации раствора щелочи в порах окисно-никелевого электрода щелочного аккумулятора.

Основным недостатком всех используемых ранее методов является, прежде всего, их малая степень точности. Электролит должен каким-либо способом быть извлечен из пор электрода. В большинстве случаев требуется прекращение электрохимического процесса, в связи с чем теряется возможность регистрации концентрационных изменений во время поляризации. И, наконец, при использовании этих методов можно получить только какую-то усредненную по всему объему электрода концентрацию, хотя на самом деле она должна меняться по определенному закону по толщине пористого электрода.

Учитывая недостатки рассмотренных выше методов, нами были проведены поиски такого метода экспериментального определения концентрации в порах электрода, который позволил бы определять с достаточной степенью точности и в различных участках пористого электрода те непрерывные изменения этой величины, которые происходят во время прохождения тока.

Разработка метода

В растворе электролитов при неравномерном пространственном распределении в нем ионов между двумя точками возникает диффузионная разность потенциалов. Диффузионный потенциал нельзя считать по своей природе равновесным, хотя его величина в условиях стационарной диффузии может быть постоянной в течение длительного времени.

Если концентрация ионов на границе соприкосновения двух растворов, где локализуется диффузионный потенциал, заметно не отличается друг от друга, то диффузию ионов через границу можно рассматривать как обратимый процесс. В этом случае независимо от того, что строение и закон изменения состава в переходном слое неизвестны, изменение диффузионного потенциала в дифференциальной форме выражается общеизвестным уравнением

$$d\varphi_0 = -\frac{RT}{F} \sum_{i=1}^i \frac{t_i}{z_i} d \ln C_i, \quad (1)$$

где t – число переноса; C – концентрация; Z – заряд иона; F – число Фарадея.

А. Планк и Р. Гендерсон при рассмотрении диффузионного потенциала как суммы потенциалов ряда слоев с бесконечно малыми разностями концентраций при интегрировании уравнения (1) получили ряд конкретных решений для некоторых частных случаев.

Полученные авторами решения и по настоящее время являются единственными в литературе, позволяющими количественно оценить величину диффузионного потенциала:

$$\varphi_d = (1 - 2t_i) - \frac{RT}{F} \ln \frac{C_1}{C_2} \quad (2)$$

для случая, если растворы, образующие границу соприкосновения, имеют одинаковый качественный состав, но различные концентрации.

Согласно общему уравнению величина диффузионного потенциала зависит от градиента концентрации и разности в скоростях диффузии различных ионов растворов. В связи с этим максимальные значения его следует ожидать на границе растворов сильных кислот или оснований, так как последние имеют в своем составе ионы H^+ и OH^- , обладающие аномальной подвижностью.

Очевидно, предлагаемый метод целесообразно применять при исследовании концентрационных изменений в пористых электродах таких систем, где в качестве электролита используются растворы кислот или щелочей.

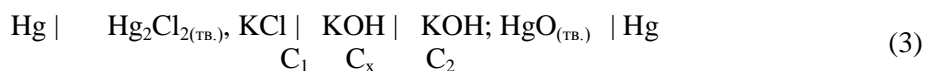
Для измерения концентрации необходимо выбрать такую регистрирующую концентрационную цепь, которая удовлетворяла бы следующим требованиям:

- наличие наибольшего изменения суммарного значения диффузионных потенциалов при изменении концентрации исследуемого раствора;
- независимость величины диффузионного потенциала от строения границы, т.е. обеспечение постоянства диффузионного потенциала на границе во времени.

Кроме того, наиболее удобны в практике для точных измерений цепи с наименьшими температурными коэффициентами.

В качестве исследуемого раствора был выбран щелочной электролит, широко используемый в прикладной электрохимии (электролиз воды, химические источники тока; аккумуляторы и топливные элементы).

Исходя из вышеупомянутых требований, при определении концентрации КОН применялась измерительная цепь типа



Проведенная нами экспериментальная проверка интервала изменений суммарного значения диффузионных потенциалов измерительных цепей с концентрациями растворов КОН в окиснортутных электродах 0,1н; 1н; 4н; 10н; показала, что интервал изменений $\sum \varphi_d$ в диапазоне концентраций от 1н до 16н исследуемого раствора практически одинаков.

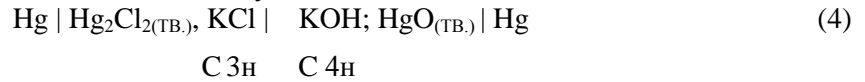
При выборе концентрации раствора хлористого калия в каломельном электроде исследовались пары с концентрациями растворов KCl; 0,1н; 1н; 2н; 3н.

Применение более высокой концентрации раствора KCl, равной насыщенному, приводит даже при незначительном колебании температуры к выпадению твердой фазы KCl в осадок, способствующий нарушению проводимости в измерительной цепи.

Поскольку температурный коэффициент окисно-ртутного электрода существенно зависит от концентрации не обнаруживает и сравнительно мал (0,14мВ/град), была выбрана концентрация раствора КОН, соответствующая исходной концентрации раствора ячейки. Концентрация раствора KCl была выбрана 3н, так как измерительная цепь с такой концентрацией обладает наименьшим тем-

пературным коэффициентом, равным 0,65 мВ/град в интервале температур от 0°С до 50°С, причем на долю диффузионных потенциалов приходится 0,27 мВ/град.

Диффузионный потенциал в общем случае зависит не только от природы растворов электролитов и концентраций, но и от способа создания границы, которая определяет характер градиентов концентраций. Согласно литературным данным, жидкостные контакты, образованные растворами одного и того же электролита, например, КОН|КОН, этой зависимости не обнаруживают. Экспериментальная проверка второй жидкостной границы регистрирующей цепи КСl|КОН при ее простейшем конструктивном выполнении в виде обычных полуэлементов:



показала, что границы, образованные растворами, имеющими один общий ион, ведут себя аналогично, т.е. могут продолжительное время оставаться постоянными.

С целью увеличения времени существования постоянного значения диффузионного потенциала границу соприкосновения растворов необходимо создавать в тонком капилляре. Мы использовали капилляры в электродах измерения диаметром 0,3 мм. Экспериментальные данные по влиянию существования данной границы представлены в табл. 1.

При использовании предложенного метода необходимо от экспериментально определяемой величины диффузионного потенциала перейти непосредственно к концентрации раствора. В связи с этим предварительно снималась зависимость суммарного скачка диффузионного потенциала, возникающего на границах соприкосновения растворов электродов измерения с исследуемым раствором, от концентрации последнего. Данная зависимость представлена на рис. 1.

ЭДС цепей такого типа будут складываться из потенциалов окисно-ртутного и каломельного электродов и двух диффузионных потенциалов границ:

$$E = \varphi_{\text{кал.}} - \varphi_{\text{ок.-рт.}} + \sum \varphi_{\text{д}} \quad (5)$$

Таблица 1

Зависимость ЭДС цепи: $\text{Hg} \mid \text{Hg}_2\text{Cl}_2(\text{тв.}), \text{КСl} \mid \text{КОН}; \text{HgO}(\text{тв.}) \mid \text{Hg}$ от времени существования границы ($t^\circ = 20^\circ\text{C}$)

Время, мин	E, В	Время, ч	E, В	Время, ч	E, В
0	0,1840	0,5	0,1844	5	0,1845
5	0,1843	0,75	0,1843	6	0,1843
10	0,1843	1	0,1843	7	0,1845
15	0,1842	2	0,1842	24	0,1846
20	0,1842	3	0,1846	48	0,1846
25	0,1843	4	0,1846		

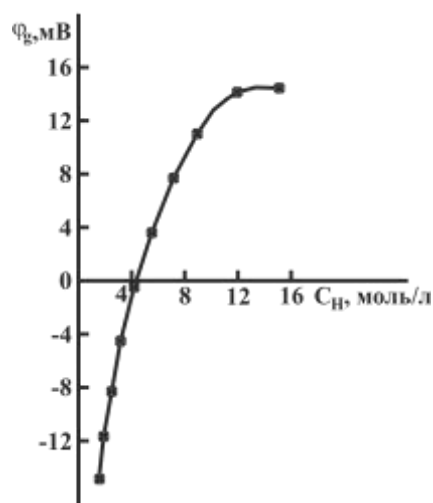


Рис. 1. Зависимость $\sum \varphi_{\text{д}}$ цепей типа: $\text{Hg} \mid \text{Hg}_2\text{Cl}_2(\text{тв.}), \text{КСl} \mid \text{КОН} \mid \text{КОН}; \text{HgO}(\text{тв.}) \mid \text{Hg}$ от концентрации раствора КОН

Потенциалы окисно-ртутного и каломельного электродов для данной температуры являются постоянными, следовательно ЭДС измерительной цепи будет зависеть от $\sum \varphi_d$, которые являются функцией концентрации раствора КОН. Промежуточные концентрации КОН имитируют изменение ее в порах электродов при их работе. Кривая рис. 1 может служить калибровочной кривой при определении непосредственно концентрационных изменений.

Определение изменений концентрации раствора КОН в некоторых электрохимических объектах

Для характеристики геометрической структуры образцов использованы данные, полученные методом ртутной параметрии. Результаты приведены в табл. 2.

Таблица 2
Структурные характеристики образцов

Образец	Радиус преобл. пор, мкм	Удельная поверхность м ² /г	Общий объем пор, см ³ /г	Пористость, %	Толщина, см
Никелевый электрод	18	0,9	0,384	76,1	0,22
Окисно-никелевый электрод	0,6	17	0,147	44,5	0,18
Кадмиевый электрод	20	10	0,100	38,0	0,11

Величина газонаполненности оценивалась по измерению количества жидкости, вытесняемой газом, выделяющимся в процессе электрохимической реакции.

При катодной поляризации никелевого электрода параллельно с измерением диффузионного потенциала определялось перенапряжение данного процесса на тыльной и фронтальной сторонах пористого электрода.

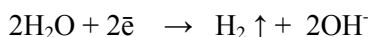
По уравнениям, выведенным О.С. Ксенжеком, были рассчитаны некоторые специфические характеристики: приведенная толщина δ , эффективная глубина проникновения процесса χ_e , эффективная проводимость твердого полимерного электролита в порах κ . Результаты расчета представлены в табл. 3.

Таблица 3
Специфические характеристики пористых никелевых электродов

Плотность тока, мА/см ²	21,4			42,8			64,2			128,4			171,2		
	0,1	0,2	0,4	0,1	0,2	0,4	0,1	0,2	0,4	0,1	0,2	0,4	0,1	0,2	0,4
Толщина электрода, см															
η_s/η_t	1,02	1,02	1,1	1,05	1,05	1,16	1,08	1,16	1,31	1,15	1,23	1,52	1,19	1,27	1,63
δ	0,20	0,20	0,53	0,32	0,32	0,65	0,40	0,56	0,81	0,54	0,74	1,00	0,54	0,78	1,09
χ_e , см	0,50	1,00	0,76	0,31	0,63	0,62	0,25	0,36	0,50	0,19	0,27	0,40	0,19	0,25	0,37
κ , Ом ⁻¹ ·см ⁻¹	0,11	0,49	0,13	0,11	0,33	0,15	0,10	0,14	0,12	0,08	0,11	0,13	0,09	0,12	0,12

Из табл. 3 видно, что с повышением плотности тока неравномерность поляризации возрастает. Учитывая кинетику процесса, а также постоянство структурных параметров в процессе поляризации, можно предположить, что на неравномерность работы электрода по толщине будут оказывать существенное влияние концентрационные изменения. Величина этих изменений будет зависеть от различных факторов, в число которых будет входить и тормозящее действие пористой среды, зависящее от геометрии электрода. Последнее можно оценить из сравнения проводимостей чистого электролита, заключенного в порах электрода.

В случае электрохимического выделения водорода должно происходить увеличение концентрации раствора электролита в порах электрода:



К факторам, определяющим изменение концентрации раствора электролита в порах электрода, можно отнести также: разность в плотностях раствора, выделяющийся газ, разогрев электрода при поляризации. Экспериментальные данные по изменению концентрации, представленные на рис. 3, отражают суммарное действие этих факторов.

В начальный момент скорости процессов, ведущих к изменению концентрации, преобладают. По мере накопления концентрационных изменений их скорости становятся соизмеримыми со скоростями процессов, ведущих к выравниванию этих изменений. В результате устанавливается стационарное состояние, которому соответствует определенное значение концентрации, максимально отличающиеся от исходной.

После прекращения электрохимического процесса происходит выравнивание накопившихся изменений концентрации внутри электрода и до исходной (рис. 4)

Довольно быстрое выравнивание (2,5 часа) по сравнению с 20 часами в окисно-никелевом электроде обусловлено довольно высокой пористостью электродов (около 70%). Аналогичную форму кривых имеют подобные зависимости, снятые на никелевых электродах толщиной 0,1 см и 0,2 см.

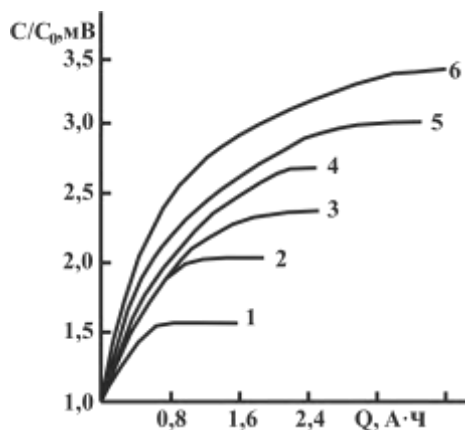


Рис. 3. Зависимость относительного изменения концентрации раствора КОН от количества пропущенного электричества в пористом никелевом электроде 0,4 см толщиной.
 i , mA/cm^2 : 1 – 21,4; 2 – 42,8; 3 – 64,2; 4 – 85,6; 5 – 128,4; 6 – 171,2

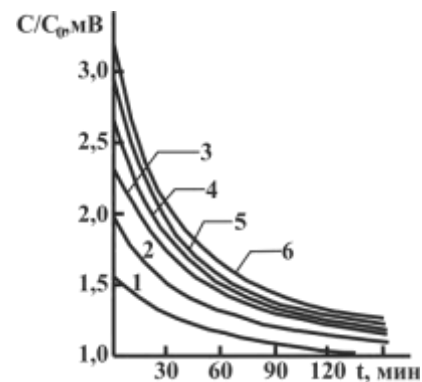


Рис. 4. Выравнивание концентрационных изменений в порах никелевого электрода толщиной 0,4 см.
 i , mA/cm^2 : 1 – 21,4; 2 – 42,8; 3 – 64,2; 4 – 85,6; 5 – 128,4; 6 – 171,2

Для конкретных условий проведения эксперимента зависимость концентрационных изменений от плотности поляризующего тока и толщины электрода удовлетворительно описывается эмпирическим уравнением вида

$$\zeta = 2,05 \cdot 10^6 \cdot \ell^{0,29d} \cdot j^{0,2+0,37d}, \quad (3)$$

где ζ – относительное изменение концентрации C/C_0 ; j – безразмерный ток; d – толщина электрода.

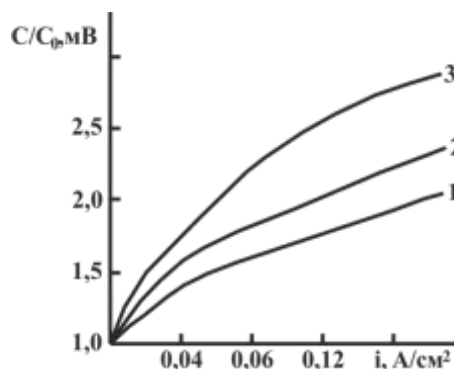


Рис. 5. Влияние плотности тока на относительное изменение концентрации в порах никелевых электродов d , см: 1 – 0,1; 2 – 0,2; 3 – 0,4

По мнению ряда авторов [2, 3, 7, 8], данный электродный процесс сопровождается таким перепадом температур из-за разогрева электродов, за счет которого возникает конвективный поток со скоростью, вполне достаточной для сохранения в порах исходной концентрации.

Экспериментальные данные показывают, что накопления концентрационных изменений вопреки этим представлениям происходит. Но, начиная с плотности тока 0,08 А/см, по-видимому, по этой причине, изменение концентрации уже перестает зависеть от плотности поляризующего тока.

Кадмиевый и окисно-никелевый электроды щелочного аккумулятора

Эксперименты проводились на промышленных металлокерамических электродах щелочного Cd-Ni аккумулятора типа КНБ-2. Параллельно со снятием кривых заряжения тыльной и фронтальной сторон электродов, позволяющих рассчитать некоторые специфические их характеристики, определялась концентрация на тыльной стороне исследуемых образцов.

При исследовании влияния количества пропущенного электричества на концентрационные изменения в порах кадмиевого и окисно-никелевого электродов оказалось, что они неравноценны.

Экспериментально подтверждается вывод, сделанный на основании теоретических представлений О.С. Ксенжеком [9] о том, что при достаточно высокой поляризации электрода практически не достигается стационарное состояние, так как ему соответствовала бы предельно высокая концентрация КОН, находящаяся за пределами растворимости.

Наиболее существенные изменения концентрации происходят в порах окисно-никелевого электрода. Согласно диаграмме состояния КОН, даже незначительное изменение концентрации в ту или иную сторону (особенно в области низких температур) способствует выпадению щелочи или воды в твердую фазу, которая является диэлектриком. Это явление может настолько уменьшить проводимость электролита, что аккумулятор прекратит работу.

Выводы

1. Предложен и разработан метод определения концентрации раствора электролита в порах работающих электродов, основанный на изменении диффузионных потенциалов, возникающих на границах соприкосновения исследуемого раствора с растворами электродов измерения.

Данный метод в принципе может быть применен к любой электрохимической системе, использующей пористые электроды. При этом необходимо для каждого конкретного случая выбрать такие электроды измерения, диффузионные потенциалы на границах соприкосновения растворов которых с исследуемым раствором не зависели бы от способа их создания. Это условие обеспечивает постоянство диффузионных потенциалов во времени.

2. Показано, что изменения концентрации находятся в определенной зависимости от времени поляризации, плотности тока и толщины электрода.

3. При исследовании изменения концентрации в порах кадмиевого и окисно-никелевого электродов щелочного аккумулятора при заряде и разряде оказалось, что наиболее существенные изменения происходят в порах окисно-никелевого электрода. Эти изменения следует учитывать при рассмотрении кинетики процессов, протекающих на данных электродах, особенно при низких температурах.

4. Проведен приближенный теоретический расчет изменения концентрации раствора электролита в никелевом и окисно-никелевом электродах при катодной поляризации.

Высказано предположение, что для окисно-никелевого электрода щелочного аккумулятора определяющим является диффузионный механизм переноса электролита из пор электрода в объем ячейки.

В порах никелевого электрода вследствие образования в процессе электрохимической реакции газовой фазы H_2 в переносе раствора электролита с определенного момента, начинает существенное влияние оказывать и конвективный поток.

5. Проведен теоретический расчет распределения поляризации к толщине пористого электрода с твердополимерным электролитом. Определены их специфические характеристики.

Показаны границы плотностей тока, для которых экспериментальные данные по определению концентрации раствора в порах электрода совпадают с приближенными теоретическими расчетами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ксенжек О.С. Диффузионный режим работы пористых электродов / О.С. Ксенжек // Физическая химия. 1962. Т. 36. № 2. С. 243-249.
2. Кошель Н.Д. О возможности использования электродов с регулярной структурой пористости / Н.Д. Кошель, О.С. Ксенжек // Химическая технология. 1971. Вып. 23. С. 125-130.
3. Гуревич И.Г. Эффективность использования пористых электродов, работающих в диффузионном режиме подачи реагента / И.Г. Гуревич, В.С. Багоцкий // Инженерно-физический журнал. 1963. Т. 6. № 2. С. 60-69.
4. Гуревич И.Г. Работа жидкостных пористых электродов в режиме с вынужденной подачей реагента / И.Г. Гуревич, В.С. Багоцкий // Инженерно-физический журнал. 1963. Т. 6. № 2. С. 75-86
5. В.С. Багоцкий Основы электрохимии / В.С. Багоцкий. М.: Химия, 1998. 400 с.

6. Кучинский Е.М. О механизме действия окисноникелевого электрода. II / Е.М. Кучинский, Б.В. Эршлер // Журн. физ. химии. 1946. Т. 20. С. 539.
7. Петрий О.А. Размерные эффекты в электрохимии / О.А. Петрий, Г.А. Цирлина // Успехи химии. 2001. Т. 70, № 4. С. 330.
8. Лысова А.М. К вопросу об определении концентрации раствора электролита в пористых электродах / А.М. Лысова, А.С. Колосов // Исследования в области химических источников тока. Саратов, 1970. С. 45-50.
9. Электрохимические процессы в системах с пористыми матрицами / О.С. Ксенжек, Е.М. Шембель, Е.А. Калиновский, В.А. Шустов. Киев: Вища школа, 1983. 123 с.

Михайлова Антонина Михайловна – доктор химических наук, профессор кафедры «Химия» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Antonina M. Mihailova – Dr. Sc., Professor
Department of Chemistry,
Gagarin Saratov State Technical University

Сигейкин Геннадий Иванович – доктор химических наук, научный советник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Межведомственного центра аналитических исследований в области физики, химии и биологии при Президиуме Российской академии наук МЦАИ РАН

Gennadiy I. Sigeikin – Dr. Sc.
Research Advisor: Inter-Departmental Centre for Analytical Studies in Physics, Chemistry and Biology of the Presidium of the Russian Academy of Sciences

Ефанова Вера Васильевна – доктор химических наук, профессор кафедры «Химия» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Vera V. Efanova – Dr. Sc., Professor
Department of Chemistry
Gagarin Saratov State Technical University

Жуков Дмитрий Александрович – аспирант кафедры «Химия» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Dmitriy A. Zhukov – Postgraduate
Department of Chemistry
Gagarin Saratov State Technical University

Дубова Татьяна Владимировна – начальник отдела Федерального государственного бюджетного учреждения науки Межведомственного центра аналитических исследований в области физики, химии и биологии при Президиуме Российской академии наук МЦАИ РАН

Tatyana V. Dubova – Head of Department: Inter-Departmental Centre for Analytical Studies in Physics, Chemistry and Biology of the Presidium of the Russian Academy of Science

Статья поступила в редакцию 01.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 546.56

**В.Г. Гоффман, А.В. Гороховский, Н.В. Горшков, О.С. Телегина,
Е.В. Третьяченко, А.В. Ковнев**

ИМПЕДАНСНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ ДОПИРОВАННОГО ПОЛИТИТАНАТА КАЛИЯ

Работа посвящена исследованию электрохимических свойств полититаната калия допированного серебром. Предложена эквивалентная схема необратимого гетероперехода, определены температурные зависимости емкостных и резистивных параметров. Вычислена постоянная Варбурга. Определены времена релаксации подвижных ионов.

Полититанаты калия, импедансная спектроскопия, гетеропереход, наноконкомпозит, проводимость, импеданс Варбурга, емкость адсорбции, токи абсорбции

V.G. Goffman, A.V. Gorokhovskiy, N.V. Gorshkov, O.S. Telegina,
E.V. Tretyachenko, A.V. Kovnev

IMPEDANCE SPECTROSCOPY OF POTASSIUM POLYTITANATES DOPED SILVER

The article is devoted to the study of electrochemical properties of potassium polytitanates doped with silver. The proposed equivalent circuit deals with heterojunction irreversible, temperature dependences of capacitance and resistance parameters. The Warburg constant has been calculated. The time span for relaxation of mobile ions has been defined.

Potassium polytitanates, impedance spectroscopy, heterojunction, nanocomposite, conductivity, Warburg impedance, capacity of adsorption, absorption currents

Новые композитные материалы на основе полититаната калия (ПТК) [1], допированные металлами переходной группы, являются предметом интенсивных исследований в связи с их возможным применением в сферах энергетики (накопители энергии – суперконденсаторы, ионисторы), водородной энергетики (топливные элементы), микроэлектроники (конденсаторы, линии задержки и пр.). Поэтому проводимые комплексные исследования ПТК, в том числе электрохимические [2], являются актуальными и весьма востребованными.

Настоящая работа посвящена исследованию электрохимических свойств ПТК, допированного серебром. Целью исследования является определение свойств необратимого гетероперехода, состоящего из допированного серебром ПТК и серебряного контакта, определения его эквивалентной схемы, расчета параметров гетероперехода и определению емкостных характеристик макетных конденсаторов.

Процесс легирования ПТК проводили в водном растворе AgNO_3 . Полученную суспензию промывали, сушили при температуре 50°C , измельчали в агатовой ступке. Для исследования импедансных спектров из порошков прессовали таблетки диаметром 12 мм и толщиной 0,7...1,1 мм при давлении ~ 500 МПа. На таблетки наносили контакты с двух сторон в виде серебряной пасты - контактола К13 и сушили при комнатной температуре.

Частотные зависимости комплексного сопротивления – импеданса $Z^* = (Z' + i \cdot Z'')$ образцов измеряли в интервале температур от 23 до 65°C с помощью импедансметров Z350, Z2000 и Solartron 1260 при шаговом изменении частоты в диапазоне от 10 Гц до 2 МГц с амплитудой измеряемого сигнала от 10 до 20 мВ. По измеренным Z' и Z'' на основе модели Графова-Укше (АРДС) [3] подбирали и рассчитывали параметры эквивалентной схемы, определяли ионную проводимость σ , емкость двойного слоя C_d , адсорбционные сопротивления R_2 , R_3 , емкости C_2 , C_3 и постоянную Варбурга W . Расчет элементов эквивалентной схемы осуществляли с помощью графоаналитического метода [4], программ: SAI, входящей в комплект импедансметра Solartron 1260, и EIS [5]. На рис. 1 показано хорошее совпадение экспериментальных и расчетных точек на годографах импеданса. Постоянно-токовые измерения проводили на импульсном потенциостате P30I.

Частотные спектры импеданса представлены в виде диаграммы Коула-Коула на рис. 1. На высоких частотах годографы образуют дуги окружностей, центр которых лежит ниже оси реальных сопротивлений. Согласно модели Графова-Укше (АРДС) [3], по экстраполяции дуги годографа на бесконечно большую частоту [4] до пересечения с осью Z' можно определить объемное сопротивление, не зависящее от частоты, а по нему – объемную проводимость. Таким образом, были получены значения реальной составляющей импеданса, не зависящие от частоты, и рассчитано значение удельной проводимости (табл. 1). При температуре 25°C проводимость ПТК равна $2,1 \cdot 10^{-2}$ См/м. Температурная зависимость проводимости от обратной температуры удовлетворительно описывается уравнением Аррениуса $\sigma T = \sigma_0 \cdot \exp(-E_a/kT)$, что позволяет определить энергию активации ионной проводимости, которая равна 0,16 eV для первого цикла температурных измерений и может быть представлена зависимостью

$$\sigma = (4,04^{+3,83}_{-1,23}) 10^3 / T \cdot \exp[(-0,167 \pm 0,009) \text{eV}/kT].$$

Из термогравиметрических измерений было установлено, что концентрация адсорбционной воды составляет около $\sim 10\%$. Предполагая, что вода может диссоциировать на H^+ и OH^- , и все протоны участвуют в процессе переноса, максимально возможная концентрация подвижных протонов может быть оценена как $1,2 \cdot 10^{19}$ см⁻³. Учитывая объемную ионную проводимость ПТК/Ag, можно оценить максимально возможное значение кондуктометрического коэффициента диффузии носителей заряда D в исследованной системе по соотношению Нернста-Эйнштейна

$$\frac{D}{\sigma T} = \frac{k}{z^2 e^2 C},$$

где k – постоянная Больцмана, z – валентность, e – заряд электрона, T – абсолютная температура, C – концентрация носителей заряда, σ – объемная ионная проводимость. Тогда кондуктометрический

коэффициент диффузии протонов оценивается как $4 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2/\text{с}$. Близкое значение было получено при исследовании процессов диффузии в твердых электролитах, например, в [6] коэффициент диффузии изотопа Ag^{110} в RbAg_4I_5 был определен как $3 \cdot 10^{-6} \text{ см}^2/\text{с}$, а кондуктометрический – как $6,52 \cdot 10^{-6} \text{ см}^2/\text{с}$ с фактором корреляции $H_R = 0,46$. Высокий коэффициент диффузии протонов свидетельствует в пользу того, что ПТК/Ag можно отнести к классу твердых электролитов.

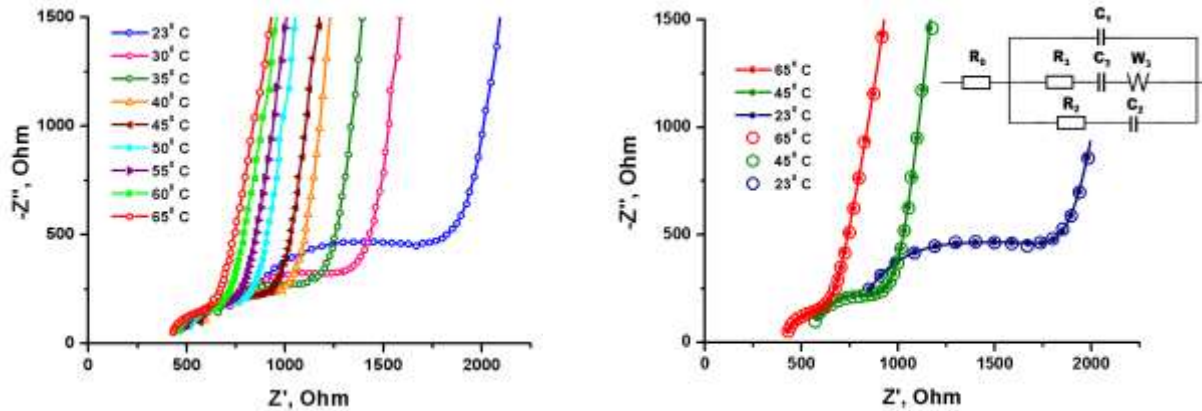


Рис. 1. а – экспериментальные годографы импеданса гетероперехода (ПТК+Ag)/Ag для температур от 23 до 65° С, б – экспериментальные (кружки) и расчетные (точки) годографы импеданса для температур 23, 45 и 65° С, вставка – эквивалентная схема

Важным свойством полученных годографов, как видно на графиках рис. 1, является наличие перехода годографа из дуги в высокочастотной области в линейный участок с наклоном более 45° к действительной оси Z' в низкочастотной области. Импеданс такого вида (импеданс Варбурга) характерен для материалов, обладающих ионной проводимостью, которая затруднена диффузионными процессами и блокирующими электродами [7]. Зависимость постоянной Варбурга от температуры (рис. 2 а) можно представить зависимостью

$$W = (9,56^{+2,34}_{-0,65}) 10^{-4} T^{-0,65} \exp[(0,382 \pm 0,034) \text{ eV}/kT] \text{ Ом} \cdot \text{см}^2/\text{с}^{1/2}.$$

Таблица 1

Параметры гетероперехода (ПТК+Ag)/Ag

t, °C	σ , См·см	C_d , мкФ/см ²	C_2 , мкФ/см ²	C_3 , мкФ/см ²	R_2 , Ом·см ²	R_3 , Ом·см ²	W_{33} , Ом·см ² ·с ^{1/2}
23	0,020	$2,48 \cdot 10^{-4}$	$7,19 \cdot 10^{-3}$	$7,39 \cdot 10^{-3}$	2351	1994	$7,88 \cdot 10^5$
31	0,024	$3,16 \cdot 10^{-4}$	$6,63 \cdot 10^{-3}$	$7,30 \cdot 10^{-3}$	1700	1419	$5,26 \cdot 10^5$
35	0,027	$3,05 \cdot 10^{-4}$	$6,77 \cdot 10^{-3}$	$7,45 \cdot 10^{-3}$	1387	1141	$5,70 \cdot 10^5$
40	0,031	$3,24 \cdot 10^{-4}$	$6,30 \cdot 10^{-3}$	$7,69 \cdot 10^{-3}$	1218	1025	$4,84 \cdot 10^5$
45	0,031	$4,16 \cdot 10^{-4}$	$5,13 \cdot 10^{-3}$	$8,61 \cdot 10^{-3}$	1273	876	$3,41 \cdot 10^5$
50	0,033	$5,00 \cdot 10^{-4}$	$3,96 \cdot 10^{-3}$	$9,43 \cdot 10^{-3}$	1364	693	$2,26 \cdot 10^5$
55	0,035	$5,59 \cdot 10^{-4}$	$3,31 \cdot 10^{-3}$	$1,04 \cdot 10^{-3}$	1388	593	$2,06 \cdot 10^5$
60	0,038	$5,51 \cdot 10^{-4}$	$2,80 \cdot 10^{-3}$	$1,12 \cdot 10^{-3}$	1455	521	$1,86 \cdot 10^5$
65	0,040	$6,01 \cdot 10^{-4}$	$2,86 \cdot 10^{-3}$	$1,18 \cdot 10^{-3}$	1190	460	$2,02 \cdot 10^5$

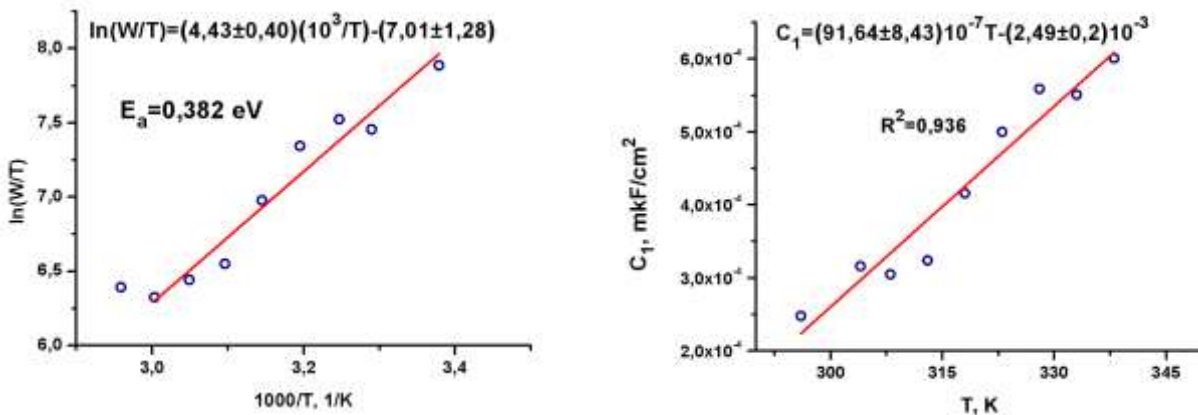


Рис. 2. Температурные зависимости импеданса Варбурга W (а) и емкости двойного слоя C_d (б) гетероперехода (ПТК+Ag)/Ag

Энергия активации постоянной Варбурга связана, как правило, с неосновными носителями заряда. В ПТК, допированном серебром, такими неосновными носителями могут быть как ионы серебра, так и ионы калия. С другой стороны, данные рентгеновского фазового анализа и электронной просвечивающей микроскопии показывают, что основная часть ионов серебра инерткалированных в структуру ПТК очень быстро восстанавливается до атомарного состояния, образует наноразмерные кристаллы Ag, которые не могут участвовать в процессе ионной проводимости. Вследствие этого, учитывая возможную достаточно высокую подвижность ионов калия, можно предположить, что энергия активации $E_a = 0,382$ эВ определяет кинетику проводимости ионов калия. Тогда цепочка $R_3-C_3-W_3$ (3) на эквивалентной схеме (рис. 1 б, вкладка) может быть отнесена к ионам калия. Адсорбционные емкость C_3 и сопротивление R_3 зависят от температуры (рис. 3 а, б) и характеризуют участие ионов калия в процессах переноса в области двойного слоя, а R_3 определяет скорость адсорбции ионов калия.

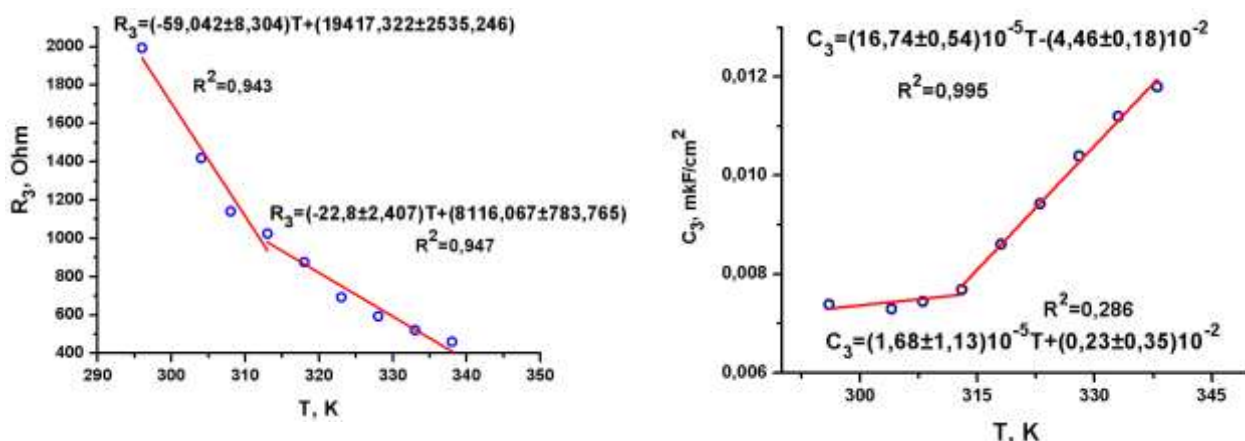


Рис. 3. Температурные зависимости адсорбционных сопротивления R_3 (а) и емкости и C_3 (б) гетероперехода (ПТК+Ag)/Ag

Температурные зависимости R_3 и C_3 представлены линейными участками с перегибом при температуре $\sim 45^\circ\text{C}$. Аномально при этой же температуре ведут себя и элементы второй цепочки. Обнаруженная аномалия требует дальнейших исследований.

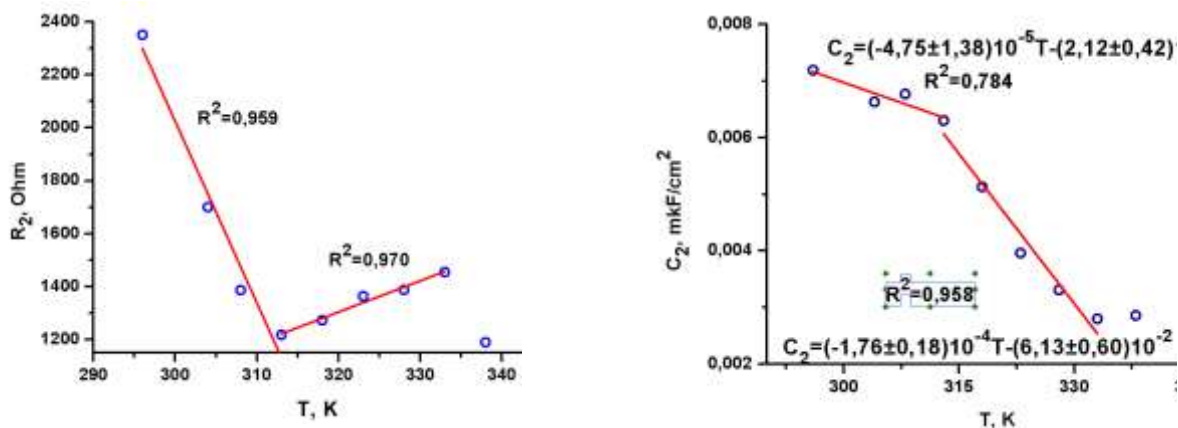


Рис. 4. Температурные зависимости адсорбционных сопротивления R_2 (а) емкости и C_2 (б) гетероперехода (ПТК+Ag)/Ag

Из предложенной схемы (рис. 1 б, вкладка), полученной на основе экспериментальных результатов и расчетов, следует, что в ПТК имеются как минимум два процесса, которые определяются предложенной моделью. Первый процесс (цепочка 3) нами отнесен к переносу ионов калия, то вторая цепочка R_2-C_2 (2), учитывая, что компактированный ПТК состоит из микрочерен, по-видимому, может быть отнесена к межзеренному импедансу, и сопротивление R_2 и емкость C_2 определяют кинетику переноса по границам зерен. Именно поэтому во второй цепочке нет элемента Варбурга. Кинетика переноса по межзеренным границам зависит от степени дефектности материала [3] и сопротивление адсорбции R_2 определяет скорость переноса. Температурная зависимость низкотемпературной зависимости ветви R_2

$$R_2 = [-(68,61 \pm 8,11)T + (22600 \pm 2480)] \text{ Ом} \cdot \text{см}^2,$$

и высокотемпературной

$$R_2 = (11,78 \pm 1,02)T - (2500 \pm 330) \text{ Ом} \cdot \text{см}^2$$

Емкость двойного слоя (рис. 2 б) линейно зависит от температуры, и в пределах погрешности измерений может быть представлена зависимостью:

$$C_1 = (91,6 \pm 8,4)10^{-7}T - (2,5 \pm 0,2)10^{-3} \text{ мкФ/см}^2$$

Результаты исследования гетероперехода были применены при разработке макетного образца конденсатора. Зарядно-разрядные характеристики конденсатора были получены на потенциостате Р301. Абсорбционный ток зарядки приблизительно соответствовал зависимости $I = I_0 \cdot \exp(-t/\tau)$, где τ – постоянная времени зарядки конденсатора. Более подходила зависимость, учитывающая многослойность конденсатора, что объяснимо, принимая во внимание слоистую структуру ПТК. Учитывая, что в каждой конденсаторной системе наблюдается сквозной ток, обусловленный небольшим количеством свободных зарядов, которые под воздействием электрического поля создают слабые по величине сквозные токи проводимости, или токи утечки, к исследуемому конденсатору было приложено напряжение $U_0 = 500 \text{ мВ}$ и по истечении 10^4 с определен ток утечки как $\sim 10^{-8} \text{ А}$. Рассчитанная емкость конденсатора составила $1,3 \text{ мФ/см}^2$. При исследовании саморазряда напряжение падало согласно зависимости $U = U_0 \cdot \exp(-t/RC)$. За время 10^4 с на напряжение падало на 50 %.

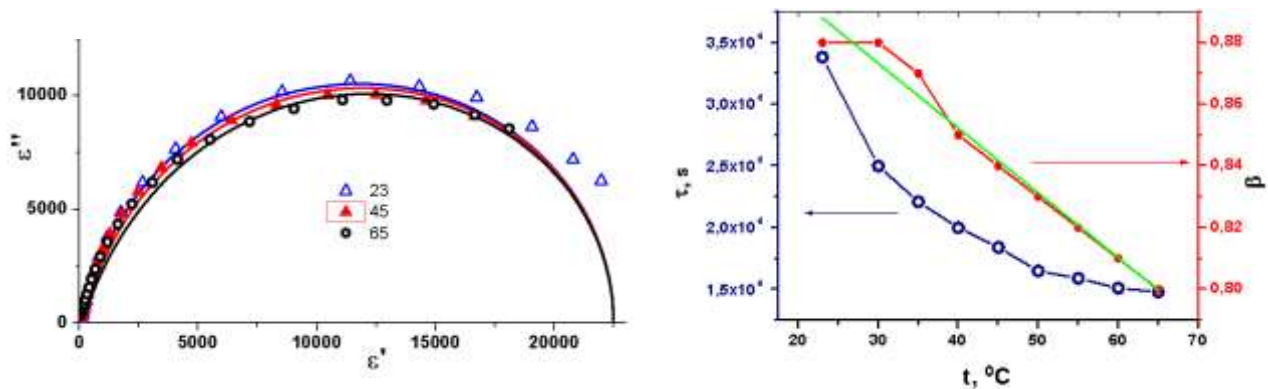


Рис. 5. а – зависимость Коула-Девидсона для ПТК, б – температурные зависимости, τ – время релаксации, β – (ПТК/Ag)

Для определения релаксационных характеристик основных носителей заряда была построена зависимость

$$\varepsilon^* = \varepsilon_\infty + \frac{\varepsilon_s - \varepsilon_\infty}{(1 + (i\omega\tau)^{1-\alpha})^\beta},$$

которая при $\alpha=0$, и β , удовлетворяющей условию $0 < \beta < 1$, является формулой Девидсона-Коула [8] (рис. 5 а), где τ – время релаксации. Методом наименьших квадратов получены постоянные параметры $\varepsilon'_s = 22500$, $\varepsilon'_\infty = 80$, и зависящие от температуры τ и β (рис. 5 б). Выявлена закономерность, что с увеличением температуры β согласно зависимости

$$\beta = -(2,10 \pm 0,12)10^{-3}t + (93,63 \pm 0,58)10^{-2}$$

уменьшается, т.е. с увеличением температуры увеличивается степень упорядочения первоначально квазиаморфного ПТК.

В результате работы методом импедансной спектроскопии впервые был исследован гетеропереход (ПТК+Ag)/Ag. Получены температурные зависимости ионной проводимости, импеданса Варбурга, емкости двойного слоя, адсорбционных емкостей и сопротивлений. Определена энергия активации постоянной Варбурга, которая, по-видимому, связана с диффузией неосновных носителей тока – ионов калия. Вычислены релаксационные характеристики для ионов водорода. В работе показана возможность применения результатов исследований применительно к конструированию конденсаторов высокой емкости. Макетный образец конденсатора обладал удельной емкостью $\sim 1,4 \text{ мФ/см}^2$ при напряжении $\sim 0,6 \text{ В}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Sanchez-Monjaras T. Molten salt synthesis and characterization of polytitanate ceramic precursors with varied $\text{TiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ molar ratio / T. Sanchez-Monjaras, A.V. Gorokhovskiy, J.I. Escalante-Garcia // J. Am. Ceram. Soc. 2008. Vol. 91, No 9. P. 3058-3065.
2. Macdonald J. R. Impedance Spectroscopy Theory, Experiment, and Applications: / J. R Macdonald, E. Barsoukov. 2nd ed. Canada: 2005. 595 p.
3. Укше Е.А. Твердые электролиты / Е.А.Укше, Н.Г. Букун. М.: Наука, 1977. 175 с.

4. Диффузионные процессы в серебропроводящем твердом электролите в концепции модели Графова-Укше адсорбционной релаксации двойного слоя / В. Г. Гоффман [и др.] // Электрохимия. 2007. Т. 43. № 6. С. 657-664.

5. EIS Spectrum Analyser [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.abc.chemistry.bsu.by/vi/analyser/>

6. Гоффман В.Г. Профили концентрации и коэффициенты диффузии иода в $RbAg_4J_5$ / В.Г. Гоффман, Е.А. Укше // Электрохимия. 1981. Т.17. №3. С.380-382.

7. Гнеденков С.В. Импедансная спектроскопия в исследовании процессов переноса заряда / С.В. Гнеденков, С.Л. Синебрюхов // Вестник ДВО РАН. 2006. № 5. С. 6-16.

8. Диэлектрические спектры неупорядоченных сегнетоактивных систем: поликристаллы и композиты / А.В. Турик, Г.С. Радченко, А.И. Чернобабов, С.А. Турик, В.В. Супрунов // ФТТ. 2006. Т. 48. № 6. С. 1088-1090.

Гоффман Владимир Георгиевич –
доктор химических наук, профессор кафедры
«Химия» Саратовского государственного
технического университета имени Гагарина Ю.А.

Vladimir G. Goffman –
Dr. Sc., Professor
Department of Chemistry
Gagarin Saratov State Technical University

Гороховский Александр Владиленович –
доктор химических наук, профессор кафедры
«Химия» Саратовского государственного
технического университета имени Гагарина Ю.А.

Aleksandr V. Gorokhovskiy –
Dr. Sc, Professor
Department of Chemistry
Gagarin Saratov State Technical University

Горшков Николай Вячеславович –
кандидат технических наук, ассистент кафедры
«Химия» Саратовского государственного
технического университета имени Гагарина Ю.А.

Nikolay V. Gorshkov –
PhD, Assistant Lecturer
Department of Chemistry
Gagarin Saratov State Technical University

Телегина Оксана Станиславовна –
аспирант кафедры «Химия» Саратовского
государственного технического университета
имени Гагарина Ю.А.

Oksana S. Telegina –
Postgraduate
Department of Chemistry
Gagarin Saratov State Technical University

Третьяченко Елена Васильевна –
кандидат химических наук, доцент кафедры «Химия»
Саратовского государственного технического
университета имени Гагарина Ю.А.

Elena V. Tretyachenko –
PhD, Associated Professor
Department of Chemistry
Gagarin Saratov State Technical University

Ковнев Алексей Владимирович –
аспирант кафедры «Химия» Саратовского
государственного технического университета
имени Гагарина Ю.А.

Aleksey V. Kovnev –
Postgraduate
Department of Chemistry
Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 01.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

УДК 621.793

А.А. Аникин

УПРОЧНЕНИЕ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ ЗА СЧЕТ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЕРЕКРИСТАЛЛИЗАЦИИ

Рассматривается вопрос упрочнения рабочих поверхностей деталей машин.

Детали машин, рабочие поверхности, упрочнение, высокотемпературная перекристаллизация

A.A. Anikin

STRENGTHENING OF WORKING SURFACES OF PARTS BY MEANS OF HIGH-TEMPERATURE RECRYSTALLIZATION

The article deals with the issues of hardening the working surfaces of machine parts.

Machine parts, working surfaces, hardening, high-temperature recrystallization

Вопросы упрочнения рабочих поверхностей деталей, особенно работающих в условиях абразивного изнашивания, до настоящего времени представляют особый интерес. При этом следует учитывать то обстоятельство, что изготовление деталей из износостойких материалов во всем объеме невыгодно как с точки зрения технологии их изготовления, так и экономически, ибо в этом случае нерационально используются легирующие материалы, определяющие повышение износостойкости.

Упрочнение рабочих поверхностей деталей за счет наплавки электрической дугой смесью порошков, в состав которых входят хром, молибден, вольфрам, ванадий и другие элементы (сплавы сормайт, релит, стеллит и др.) резко повышает износостойкость, ибо при этом на поверхности образуются сложнолегированные карбиды. Однако при этом используются относительно дорогие и дефицитные материалы.

На современном этапе развития техники с учетом труднейших условий сложившихся в экономике, требуются малозатратные, в частности по материалам, высокие технологии. В этой связи рассмотрим возможности проведения исследований и применения их результатов в промышленности по вопросам упрочнения рабочих поверхностей деталей за счет использования высокотемпературной перекристаллизации низкоуглеродистых сталей.

За основу в качестве материала была принята сталь марки Ст3, содержащая 0,18-0,20% С и с твердостью НВ 140-160. Была создана установка, позволяющая обрабатывать поверхности образцов из стали марки Ст3 при температуре $\sim 3500^{\circ}\text{C}$ с одновременным введением углерода, резким охлаждением обработанной поверхности и имеющая манипулятор.

В результате обработки образцов стали марки Ст3 на данной установке была получена структура, представленная на рис. 1.

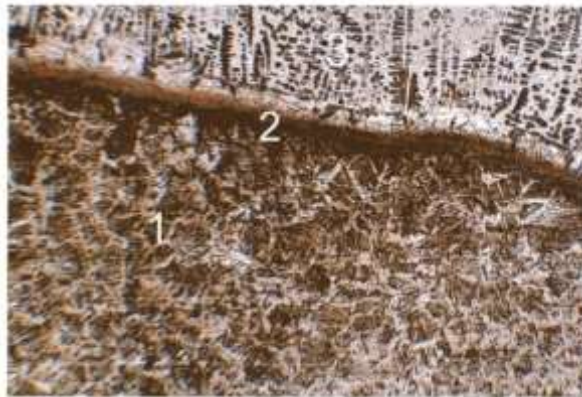


Рис. 1. Структура поверхности стали марки Ст3, обработанной по способу высокотемпературной перекристаллизации: 1 – металлическая основа; 2 – переходная зона; 3 – зона перекристаллизации

Как видно на рисунке, полученная структура имеет три зоны – основа, переходная зона и зона перекристаллизации. Твердость зоны перекристаллизации образцов составила HRC 60-66. Аналогичное строение структуры можно наблюдать у образцов стали марки Ст3, обработанных ТВЧ с использованием смеси порошков хрома, молибдена, вольфрама, ванадия и других легирующих элементов.

Для проведения испытаний на износостойкость были изготовлены 32 культиваторные стрельчатые лапки с шириной захвата каждой 330 мм из стали марки Ст3 для культиватора КПС-4. 16 лапок наплавляли смесью порошков хрома, молибдена, ванадия (сормайт), а 16 лапок обрабатывали на разработанной установке по способу высокотемпературной перекристаллизации [1]. Все лапки были поставлены на культиватор, который в агрегате с трактором Т-150 К был запущен в работу. После обработки на каждую лапку по 40 га обработки площади поля испытания были остановлены и результаты их представлены на рис. 2.

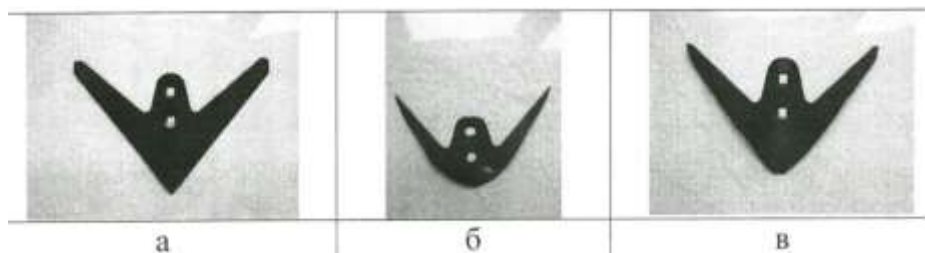


Рис. 2. Общий вид культиваторных лапок: а - серийная лапка из стали марки Ст3 до проведения испытаний; б – лапка из стали марки Ст3 наплавленная сормайтом после испытаний; в – лапка из стали марки Ст3, обработанная по способу высокотемпературной перекристаллизации после испытаний

Как видно на рисунке, лапки, наплавленные сормайтом, полностью износились (рис. 2 б), а лапки, обработанные способом высокотемпературной перекристаллизации, остались в работоспособном состоянии (рис. 2 в). Таким образом, износостойкость поверхности стали марки Ст3, обработанной предложенным способом, выше в 1,7-2,0 раза поверхности стали марки Ст3 наплавленной порошками смеси, состоящей из хрома, молибдена, вольфрама, ванадия [2].

Дальнейшие исследования, проведенные на современных электронных микроскопах, показали, что структура поверхности стали марки Ст3, подвергнутая высокотемпературной перекристаллизации по предложенному способу, резко отличается от структуры поверхности аналогичной стали наплавленной сормайтом (хром, молибден и другие элементы) (рис. 3).

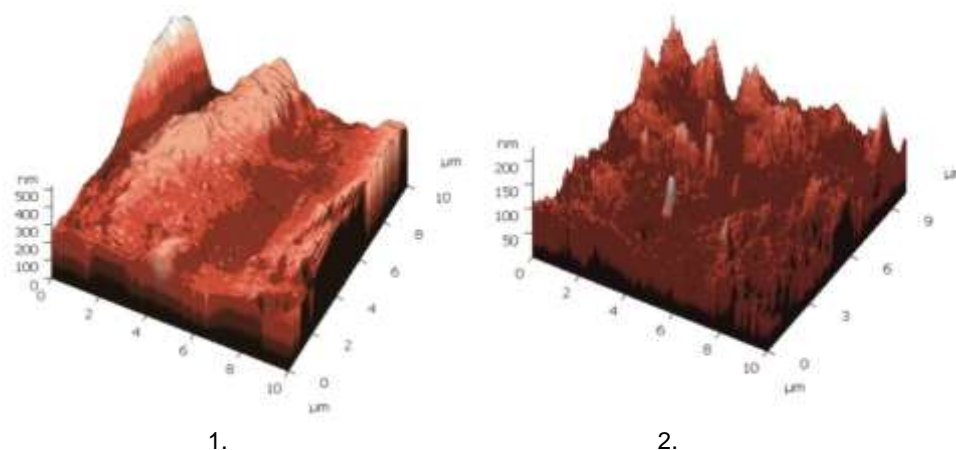


Рис. 3. Структура поверхности стали марки Ст3, полученная на электронном микроскопе:
1 – наплавленная сормайтом (хром, молибден и другие элементы);
2 – обработанная по способу высокотемпературной перекристаллизации

Вывод. Дальнейшее совершенствование конструкции установки для реализации способа высокотемпературной перекристаллизации поверхности низкоуглеродистых сталей с одновременным насыщением их углеродом позволит решить многие вопросы упрочнения рабочих поверхностей деталей в машиностроении без использования легирующих элементов – хрома, молибдена, вольфрама, ванадия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент на изобретение № 2420601 (РФ) Способ упрочнения лезвий рабочих органов почвообрабатывающих орудий / А.А. Аникин, В.В. Тимофеев, А.А. Аникин, С.Б. Елютин и др. 2011.
2. Высокоскоростное упрочнение рабочих органов почвообрабатывающих орудий / А.А. Аникин, А.Г. Уфаев, С.Б. Елютин и др. // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. / СГАУ. Саратов, 2011.

Аникин Анатолий Афанасьевич –
доктор технических наук, профессор кафедры
«Технология машиностроения и конструкционных
материалов» Саратовского государственного
аграрного университета им. Н.И. Вавилова

Anatoly A. Anikin –
Dr. Sc., Professor
Department of Mechanical Engineering
and Engineering Materials Technology
N. Vavilov Saratov State Agrarian University

Статья поступила в редакцию 01.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК. 621.793

А.А. Аникин

ПОЛУЧЕНИЕ ЧУГУНОВ С ВЫСОКИМИ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ДЕТАЛЕЙ ОТВЕТСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Рассматривается вопрос модификации чугуна редкоземельными элементами.

Чугун, физико-механические свойства, модификация иттрием

A.A. Anikin

CREATING CAST IRON WITH TOP MECHANICAL PROPERTIES TO PRODUCE PARTS CRITICALLY IMPORTANT FOR MECHANICAL ENGINEERING

The issue of modification cast iron by means of rare- earth elements.

Cast iron, physical and mechanical properties, modification of yttrium

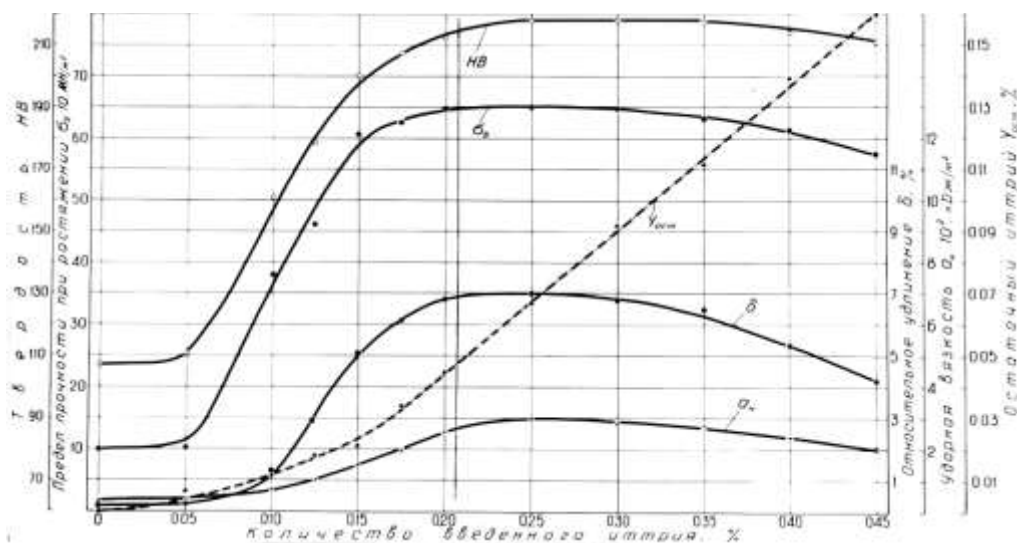
До настоящего времени чугун остается одним из наиболее важных материалов современного машиностроения. Традиционное представление о чугуне как хрупком материале постепенно исчезает. Благодаря новейшим достижениям в технологии производства чугуна последний становится более прочным и пластичным. Не уступая по прочности и пластичности многим сталям, чугун при этом обладает целым рядом преимуществ перед ними (повышенная жидкотекучесть, высокая износостойкость и т.п.). В условиях научно-технического прогресса к чугуну как конструкционному материалу предъявляются все более высокие требования, и наряду с увеличением производства чугуна непрерывно ведется борьба за улучшение его качеств. Используя многообразие возможных сочетаний структурных составляющих, современная технология позволяет получить чугуны с достаточно широким диапазоном физико-механических свойств. Незначительно видоизменяя технологический процесс, можно получить чугуны с заранее заданными свойствами.

Повышение физико-механических свойств чугуна за счет снижения в его составе содержания углерода, применения графитизирующих модификаторов (ферросилиций, силикокальций и др.), использования легирующих элементов по целому ряду причин на современном этапе развития машиностроения нельзя считать определяющим. Объясняется это тем, что повышение прочностных свойств чугуна при этом не превышает 500 МПа, а применение легированного чугуна ограничивается значительным удорожанием чугунных отливок и ухудшением технологических свойств чугуна.

В этой связи особого внимания заслуживает производство и использование в машиностроении высокопрочного чугуна с шаровидным графитом. Несмотря на то, что технологический процесс получения такого чугуна, начиная с 40-х годов прошлого столетия, подробно изучен целым рядом исследователей и научных организаций во всем мире, до настоящего времени в этом вопросе остается много белых пятен. Прежде всего это касается выбора модификаторов чугуна, приводящих к изменению в нем формы графита и взаимодействия этих модификаторов с элементами, входящими в расплав чугуна.

Как известно, на современном этапе в качестве модификаторов для получения чугуна с шаровидной формой графита могут использоваться магний, церий, иттрий, лантан, неодим, празеодим, а также лигатуры на их основе. Абстрагируясь от технологических особенностей использования тех или иных модификаторов, процессов их производства, возможных количеств их получения, ценообразования (этому посвящено значительное количество исследований и публикаций), остановимся на свойствах, которые возможно получить в чугунах с использованием в качестве модификатора иттрия.

На рисунке представлено влияние иттрия на механические свойства перлитно-ферритного чугуна как наиболее применяемого для замены стали на чугун.



Влияние иттрия на механические свойства перлитно-ферритного чугуна (при вторичном модифицировании 1% ФС 75)

Как видно из приведенных на рисунке графиков, введение в расплав рядового серого чугуна до 0,20% иттрия абсолютно изменяет механические свойства чугуна, приближая их к высококачественной стали. Использование таких чугунов взамен стальных отливок для производства деталей ответственного назначения в машиностроении (детали гильзо-поршневой группы в двигателестроении, трубы различного назначения и др.) позволит решить целый ряд вопросов по их износостойкости, коррозионной стойкости, жаростойкости, крипостойкости и другим эксплуатационным свойствам. При этом следует отметить, что использование редкоземельных металлов, к которым относится итрий, для производства высококачественных чугунов в России, особенно с созданием единого экономического пространства с Казахстаном, имеет реальное технико-экономическое обоснование и высокую значимость для ближайшего будущего промышленности. Россия отстает на порядок от развитых стран (США, Германия, Франция, Япония, Англия) по производству чугуна с шаровидным графитом и это отставание возможно ликвидировать за счет использования известных и создания новых технологических процессов получения такого чугуна.

Аникин Анатолий Афанасьевич – доктор технических наук, профессор кафедры «Технология машиностроения и конструкционных материалов» Саратовского государственного аграрного университета им. Н.И. Вавилова

Anatoly A. Anikin – Dr. Sc., Professor Department of Mechanical Engineering and Engineering Materials Technology N. Vavilov Saratov State Agrarian University

Статья поступила в редакцию 01.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 621.941

А.А. Игнатьев, В.В. Коновалов, С.А. Игнатьев

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ТОКАРНОГО СТАНКА ПО АВТОКОРРЕЛЯЦИОННОЙ ФУНКЦИИ ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ

Аналитически обосновывается связь изображений по Лапласу автокорреляционной функции виброакустических колебаний станка с передаточной функцией его замкнутой динамической системы (ДС) и применение показателя колебательности для определения запаса устойчивости ДС при различных режимах резания.

Автоматизированный токарный станок, виброакустические колебания, автокорреляционная функция, передаточная функция ДС, запас устойчивости ДС, режим обработки

A.A. Ignatyev, V.V. Kononov, S.A. Ignatyev

**IDENTIFYING THE TURNING LATHE DYNAMIC SYSTEM
BY AUTOCORRELATION FUNCTIONS
OF VIBROACOUSTIC VIBRATIONS**

The article deals with the analysis of interconnection between the Laplace image autocorrelation functions vibroacoustic vibrations lathe with transfer function it closed dynamical system (DS) and the use of magnitude ratio to determine the stability margin DS at different cutting conditions.

Automatic turning lathe, vibroacoustic vibrations, autocorrelation function, transfer function DS, stability margin DS, processing mode.

Обеспечение конкурентоспособности продукции машиностроительных предприятий на внутреннем и международном рынках обусловлено в значительной степени качеством ее изготовления. При производстве подшипников важная роль отводится процессам обработки деталей резанием (точение, шлифование).

Токарная обработка колец подшипников предшествует обработке шлифованием рабочих поверхностей. Производительность и качество точения зависят от технического состояния станка и назначенных параметров режима обработки. Одной из важных характеристик станка, которая влияет на эффективность точения, является динамическое состояние станка, которое можно определить на основе измерения и анализа виброакустических колебаний (ВА) основных узлов формообразующей подсистемы [1, 2].

Ранее в [3] было показано, что уравнение колебаний в ДС станка при наличии стохастической составляющей силы резания решается относительно автокорреляционной функции (АКФ) ВА колебаний. В этом случае именно АКФ является показателем качества динамических процессов в системе «резец – деталь».

Результаты обработки записей ВА колебаний резцового блока при обработке позволяют определить АКФ $K_{yy}(\tau)$ и на ее основе при условии, что ДС станка возбуждается сигналом типа «белый шум», вычислить передаточную функцию замкнутой ДС $W_3(p)$ по формуле [4]

$$K_{yy}(p) + K_{yy}(-p) = W_3(p)W_3(-p), \tag{1}$$

где $K_{yy}(p)$ – изображение АКФ по Лапласу.

Покажем справедливость формулы (1) для нашего случая токарной обработки деталей, причем анализ будет отличаться от изложенного в [5]. Известно, что силу резания, возбуждающую ДС при стационарном резании, можно представить как стохастический сигнал типа «белый шум» (БШ) [6, 7]. Реально входной сигнал является «цветным шумом», однако при математическом анализе этот сигнал рассматривается как «ограниченный БШ». Сигнал типа БШ имеет спектральную плотность $S_{xx}(\omega) = 1/2\pi$, а АКФ $K_{xx}(\tau) = \delta(\tau)$, где $\delta(\tau)$ – единичный импульс.

Спектр регистрируемых ВА колебаний выходного сигнала ДС определяется известной формулой [8]

$$S_{yy}(\omega) = |W(j\omega)|^2 S_{xx}(\omega), \tag{2}$$

где $|W(j\omega)|^2$ – квадрат модуля частотной функции, полученной из передаточной функции $W(p)$ заменой $P = j\omega$.

Стационарный случайный процесс на выходе ДС имеет АКФ вида

$$K_{yy}(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} S_{yy}(\omega) e^{j\omega\tau} d\omega,$$

а спектральную плоскость

$$S_{yy}(\omega) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} K_{yy}(\tau) e^{-j\omega\tau} d\tau, \tag{3}$$

которая для большинства рекомендуемых ДС является дробно-рациональной функцией угловой частоты ω .

Представим $S_{yy}(\omega)$ через $K_{yy}(\tau)$ в виде

$$S_{yy}(\omega) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\infty} K_{yy}(\tau) e^{-j\omega\tau} d\tau + \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^0 K_{yy}(\tau) e^{-j\omega\tau} d\tau. \quad (4)$$

Заменяя во втором интеграле переменную τ на $-\tau_1$, получаем

$$S_{yy}(\omega) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\infty} K_{yy}(\tau) e^{-j\omega\tau} d\tau + \frac{1}{2\pi} \int_0^{\infty} K_{yy}(-\tau_1) e^{j\omega\tau_1} d\tau_1. \quad (5)$$

В силу четности АКФ имеем

$K_{yy}(\tau_1) = K_{yy}(-\tau_1)$, тогда

$$S_{yy}(\omega) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\infty} K_{yy}(\omega) e^{-j\omega\tau} d\tau + \frac{1}{2\pi} \int_0^{\infty} K_{yy}(\tau) e^{j\omega\tau} d\tau. \quad (6)$$

Найдем изображение по Лапласу от правой ветви АКФ

$$K_{yy}(p) = \int_0^{\infty} K_{yy}(\tau) e^{-j\omega\tau} d\tau, \quad (7)$$

тогда из последнего уравнения следует

$$\int_0^{\infty} K_{yy}(\tau) e^{-j\omega\tau} d\tau = K_{yy}(p) = K_{yy}(j\omega), \quad (8)$$

$$\int_0^{\infty} K_{yy}(\tau) e^{j\omega\tau} d\tau = K_{yy}(p) = K_{yy}(-j\omega). \quad (9)$$

С учетом последних соотношений из выражения (4) следует, что

$$S_{yy}(\omega) = \frac{1}{2\pi} [K_{yy}(j\omega) + K_{yy}(-j\omega)]. \quad (10)$$

По аналогии

$$S_{xx}(\omega) = \frac{1}{2\pi} [K_{xx}(j\omega) + K_{xx}(-j\omega)]. \quad (11)$$

Принимая во внимание формулу (2), имеем

$$W(j\omega)W(-j\omega) = \frac{S_{yy}(\omega)}{S_{xx}(\omega)} = \frac{K_{yy}(j\omega) + K_{yy}(-j\omega)}{K_{xx}(j\omega) + K_{xx}(-j\omega)}. \quad (12)$$

Выполним подстановку $p = j\omega$, тогда из последнего выражения следует, что

$$W(p)W(-p) = \frac{K_{yy}(p) + K_{yy}(-p)}{K_{xx}(p) + K_{xx}(-p)}. \quad (13)$$

Вычислим функцию $S_{xx}(\omega)$ при условии, что входной сигнал есть БШ, тогда

$$S_{xx}(\omega) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\infty} K_{xx}(\tau) e^{-j\omega\tau} d\tau + \frac{1}{2\pi} \int_0^{\infty} K_{xx}(\tau) e^{j\omega\tau} d\tau = \frac{1}{2\pi} [K_{xx}(j\omega) + K_{xx}(-j\omega)] = \frac{1}{\pi} K_{xx}(j\omega) = \frac{1}{2\pi} \quad (14)$$

Из последней формулы следует, что $K_{xx}(p) = \frac{1}{2}$ для сигнала типа БШ.

В этом случае

$$K_{xx}(p) + K_{xx}(-p) = 1, \quad (15)$$

откуда следует искомое соотношение

$$W(p)W(-p) = K_{yy}(p) + K_{yy}(-p). \quad (16)$$

Передаточная функция ДС может быть вычислена, если получено аналитическое выражение АКФ выходного сигнала, например, путем идентификации по экспериментально зарегистрированным ВА колебаниям резцового блока токарного станка.

Замкнутая ДС станка является нелинейной, однако при фиксированных значениях параметров режима резания (скорость вращения заготовки, подача инструмента, глубина резания) за время обработки одной детали можно рассматривать ДС как линейную. При изменении значения одного из параметров режима изменяется и передаточная функция.

Передаточная функция $W(p)$ используется для определения рационального режима точения с наибольшей производительностью при обработке колец подшипников [9]. Для этого оценивается запас устойчивости ДС на основе определения показателя колебательности $M_{\max} = |\Phi(j\omega)|_{\max}$, где $|\Phi(j\omega)|$ – модуль частотной функции замкнутой ДС [8]. Данный показатель аналогичен понятию «динамическая жесткость», ранее введенной для токарных станков [2].

Исследования процесса точения колец подшипников на станках ПАБ-350 показали [9], что наибольшая эффективность обработки достигается при максимуме запаса устойчивости ДС станка.

Таким образом, получено достаточно простое выражение для определения передаточной функции замкнутой ДС токарного станка экспериментально-аналитическим методом, а также указано на ее практическое применение для обоснования выбора режима обработки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кудинов В.А. Динамика станков / В.А. Кудинов. М.: Машиностроение, 1967. 360 с.
2. Осман М. Ускоренные приемочные испытания станков при случайном характере сил резания / М. Осман, Т. Санкар // Конструирование и технология машиностроения. 1972. № 4. С. 59-64.
3. Игнатъев А.А, Модель процессов в динамической системе токарного станка с учетом стохастических свойств сил резания / А.А. Игнатъев, В.В. Коновалов // Вестник СГТУ. 2011. №2(56). С. 230-233.
4. Складаревич А.Н. Операторные методы в статической динамике автоматических систем / А.Н. Складаревич. М.: Наука, 1956. 460 с.
5. Методы цифрового моделирования и идентификации стационарных случайных процессов / А.Н. Лебедев, Д.Д. Недосекин, Г.А. Стеклова, Е.А. Чернявский. Л.: Энергоатомиздат, 1988. 64 с.
6. Точность и надежность автоматизированных прецизионных металлорежущих станков: в 3 ч. Ч. 2 / Б.М. Бржозовский, А.А. Игнатъев, В.А. Добряков, В.В. Мартынов. Саратов: СГТУ, 1994. 156 с.
7. Попов В.И. Динамика станков / В.И. Попов, В.И. Локтев. Киев: Техніка, 1975. 136 с.
8. Бесекерский В.А. Теория систем автоматического регулирования / В.А. Бесекерский, Е.П. Попов. М.: Наука, 1975. 768 с.
9. Коновалов В.В. Моделирование и идентификация динамической системы автоматизированного токарного станка / В.В. Коновалов, А.А. Игнатъев // Автоматизация и управление в машино- и приборостроении: сб. науч. тр. Саратов: СГТУ, 2011. С. 141-143.

Игнатъев Александр Анатольевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Автоматизация и управление технологическими процессами» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Aleksandr A. Ignatyev – Dr. Sc., Professor, Head: Department of Automatic Control of Technological Processes
Gagarin Saratov State Technical University

Коновалов Валерий Викторович – аспирант кафедры «Автоматизация и управление технологическими процессами» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Valerij V. Konovalov – Postgraduate
Department of Automatic Control of Technological Processes
Gagarin Saratov State Technical University

Игнатъев Станислав Александрович – доктор технических наук, профессор кафедры «Автоматизация и управление технологическими процессами» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Stanislav A. Ignatyev – Dr. Sc., Professor
Department of Automatic Control of Technological Processes
Gagarin Saratov State Technical University

И.Н. Янкин

ОБРАБОТКА СИГНАЛА КОЛЕБАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПРИ РЕЗАНИИ МАТЕРИАЛОВ

Рассмотрены способы получения полезной информации из сигнала колебательного процесса, сопровождающего обработку материалов на металлорежущих станках, с целью использования в системах управления технологическим оборудованием.

Колебательный процесс, спектральное преобразование, фазовая диаграмма

I.N. Yankin

PROCESSING THE SWAYING PROCESS SIGNAL AT CUTTING MATERIALS

The article deals with the methods of receiving useful information from the signal of the swaying process which accompanies treatment of materials by metal-cutting machine-tools to be used in the systems of controlling technological equipment.

Swaying process, spectral transformation, phase diagram

Отделение стружки при обработке резанием протекает через стадии упругопластического деформирования материала и его разрушения, что сопровождается силовым возмущением формирующих систем станка и образованием в упругой системе колебательного процесса. С позиций динамики процесс резания в совокупности с упругой системой, воспринимающей возмущение, рассматривается как динамическая система, а колебательный процесс – как ее реакция на возмущение со стороны процесса резания.

В зависимости от состояния станка процесс резания может протекать в различных формах – от устойчивого резания, при котором обеспечивается стабильный съем материала и достигаются заданные параметры качества обработки, до перехода в глубоко неустойчивую область, в которой возникает детерминированная вибрация и существенное ухудшение качества обработки. Таким образом, колебательный процесс, сопровождающий резание материалов, несет в себе значительную информацию как о состоянии процесса резания, так и о динамическом состоянии технологического оборудования.

В общем виде колебательный процесс при резании материалов представляет собой совокупность стохастических и детерминированных составляющих. Соотношение между указанными составляющими или их изменение в процессе резания служит критерием выявления нежелательных тенденций и основой прогноза о качестве обработанной поверхности. Поэтому важной задачей динамического мониторинга процесса резания является развитие способов корректной оценки состава колебательного процесса и выделение из него необходимой информации, что может быть использовано в системах управления станком для корректировки условий резания. В статье предлагаются способы извлечения полезной информации из колебательного процесса, сопровождающего резание материалов, с целью ее использования для управляющих и оптимизационных действий как средства обеспечения качества обработки.

Одним из наиболее информативных способов обработки сигнала колебательного процесса является частотный метод, позволяющий выполнить исследование его спектрального состава. Оцифрованный сигнал колебательного процесса преобразуется в дискретный спектр, представляющий собой конечную сумму гармонических составляющих. Для нестационарных процессов, к которым относится резание материалов, спектр на различных этапах обработки является функцией времени. Поэтому для исследования амплитудно-частотного состава колебательного процесса при резании на интервале всего времени обработки целесообразно рассчитывать систему спектров на основе коротких реализаций, смещенных во времени на некоторую постоянную величину. Тогда каждый из спектров может рассматриваться как мгновенная характеристика колебательного процесса на ограниченном временном интервале, а система спектров, сдвинутых во времени, образует некоторую спектральную поверхность (рис. 1). Она строится в системе координат svt , где v – частота, t – время, s – амплитуда. Перемещение по массиву ординат с интервалом времени Δt и выполнение расчета спектров в начальные моменты времени t_1, t_2, \dots, t_m приводит к образованию системы частотных полос $s_{v1}(t), \dots, s_{vk}(t)$. Разность значений между двумя смежными точками каждой полосы $s_{vi}(t)$ соответствует изменению ее текущей ординаты за время Δt . Массив значений $s_{vi}(t)$ представляет собой зависимость изменения амплитуды частотной полосы со средней частотой v_i за период обработки.

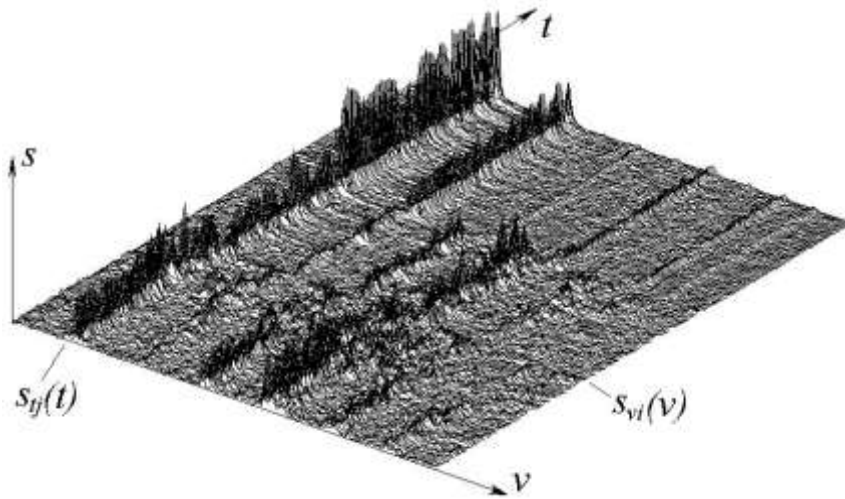


Рис. 1. Спектральная поверхность: $s_y(v)$ – полосные сечения; $s_v(t)$ – спектральные сечения

Спектральная поверхность, обладая высокой степенью наглядности представления колебательного процесса, может быть использована для оценки его качественных свойств, на которые не влияет уровень сигнала. Для идентификации отдельного спектрального сечения с качественной стороны целесообразно использовать свойство пикообразности его формы в виде коэффициента пикообразности, отражающего наличие и крутизну пиковых участков сечения и рассчитываемого по выражению

$$K_{\Pi} = K_p \cdot K_o \cdot K_r \cdot K_a, \quad (1)$$

где $K_p = D/D_y$ D_y – коэффициент пика (D_y – дисперсия ординат сечения; D – дисперсия ординат, значения которых превышают математическое ожидание m_y);

$K_o = \frac{n}{n'-1}$ – коэффициент асимметрии сечения относительно математического ожидания (n – общее число ординат сечения; n' – число ординат, значения которых больше m_y);

$k_r = \frac{y_i}{pm_y^2} \sum_{i=1}^p |y_{i+1} - y_i|$ – средний коэффициент крутизны подъема

пиковых участков сечения, где p – сумма вершин и впадин сечения; $k_a = \sum_{i=1}^{n/2} |y_i - m_y| / \sum_{i=n/2}^n |y_i - m_y|$ –

коэффициент асимметрии сечения по ширине.

Для идентификации отдельного полосного сечения с качественной стороны целесообразно использовать свойство динамичности его формы в виде коэффициента динамичности, отражающего степень изменяемости ординат сечения за время обработки и рассчитываемого по выражению

$$K_o = \frac{K_g \cdot K_i}{K_L}, \quad (2)$$

где $k_g = \frac{1}{m_y(n-1)} \sum |y_{i+1} - y_i|$ – коэффициент относительной скорости изменения ординат;

$K_i = \frac{\sigma_y}{y_m}$ – коэффициент формы сечения (y_m – максимальная ордината сечения; σ_y – среднее квадратичное отклонение ординат сечения);

$K_L = \frac{L_v}{L}$ – коэффициент искажения сечения по длине (L – длина линии сечения, L_v – длина линии, огибающей вершины сечения).

Таким образом, спектральная поверхность содержит информацию о том, как изменяется спектральный состав колебательного процесса на исследуемом интервале времени обработки. В спектральных сечениях важную роль играет их форма, которая оценивается математическим ожиданием коэффициента пикообразности, отражающим свойство пикообразности спектров. Пикообразность свидетельствует о том, что в колебательном процессе доминирует одна или несколько форм колебаний. О стабильности этих форм колебаний во времени можно судить по величине дисперсии коэффициента пикообразности. Высокая дисперсия указывает на то, что в исследуемом процессе колебательная энергия перетекает из одних форм колебаний в другие.

Система полосных сечений основной поверхности несет информацию об изменении амплитуд частотных полос спектра во времени. На интенсивность их изменения указывает высокое значение

математического ожидания коэффициента динамичности полосных сечений. Вместе с тем высокое значение дисперсии коэффициента динамичности свидетельствует о том, что имеет место нестабильность в распределении колебательной энергии по частотным полосам спектра во времени.

Применив методы математической статистики к системам сечений спектральной поверхности, можно получить систему идентификационных показателей колебательного процесса. При высоких значениях дисперсии коэффициента пикообразности системы спектральных сечений и математического ожидания коэффициента динамичности полосных сечений целесообразно применить корреляционный анализ к системе полосных сечений. Форма корреляционной функции содержит информацию о присутствии синхронности в изменении амплитуд частотных полос спектральных поверхностей. Наличие общего закона изменения частотных полос определяется по среднему значению коэффициентов корреляции, рассчитанных между полосным сечением с наибольшей дисперсией коэффициента динамичности и остальными сечениями спектральной поверхности. В частности, синхронное изменение амплитуд сечений указывает на наличие в формообразующей системе станка мощного источника колебаний, который навязывает динамической системе свой ритм движения. Таким источником, например, может быть вращающаяся деталь или инструмент при наличии существенного дисбаланса, неравномерность взаимодействия инструмента с деталью на этапе врезания и т.д.

При резании материалов потеря качества обработки часто связана с образованием в зоне резания детерминированной вибрации. Для ее выявления целесообразно использовать фазовую диаграмму процесса. Она позволяет в координатах «смещение-скорость» получить информацию о возмущенных движениях системы и выявить ее устойчивые и неустойчивые состояния путем наблюдения за траекториями изображающей точки. Фазовый портрет оказывается наиболее эффективным при исследовании нелинейных систем, к которым относятся системы резания. По форме фазовых траекторий представляется возможным судить о бифуркациях динамической системы – переходах от одного движения к другому и увязывать их с изменяющимися условиями резания.

В практическом плане фазовую диаграмму динамической системы можно получить из сигнала колебательного процесса, сопровождающего резание материалов. Положение динамической системы в любой момент времени может быть однозначно определено двумя параметрами – текущим смещением и мгновенной скоростью. В этом случае движение динамической системы вдоль исследуемой координаты приобретает двумерный характер и описывается изображающей точкой на фазовой плоскости.

Каждая реализация регистрируемого вибросигнала на конечном интервале времени после преобразования в аналого-цифровом преобразователе описывается массивом ординат $[x_1 \dots x_n]$ на временном отрезке $T = n \cdot \Delta t$, где Δt – период дискретизации; n – число точек в реализации сигнала.

Первичная информация о составе колебательного процесса может быть получена путем применения классического спектрального преобразования с расчетом коэффициентов Фурье:

$$A_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \cdot \cos(2 \cdot i \cdot j \cdot \pi / n); \quad \Phi_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \cdot \sin(2 \cdot i \cdot j \cdot \pi / n), \quad j = 1..n/2, \quad (3)$$

где обозначены: i – порядковый номер точки в реализации колебательного процесса; j – номер гармоники.

При записи вибраций в станках широко используются пьезоэлектрические преобразователи. Они фиксируют сигнал, описывающий изменение ускорения колебательной массы акселерометра. Поэтому для получения сигналов скорости v_i и смещения x_i исходный сигнал подлежит обработке. Для этого используем отфильтрованные коэффициенты Фурье, соответствующие исследуемой реализации колебательного процесса:

$$v_i = \sum_{j=1}^{n/2} \frac{1}{j} \cdot [-A_j \cdot \cos(2 \cdot i \cdot j \cdot \pi / n) + \Phi_j \cdot \sin(2 \cdot i \cdot j \cdot \pi / n)] \quad (4)$$

$$x_i = -\sum_{j=1}^{n/2} \frac{1}{j^2} \cdot [A_j \cdot \sin(2 \cdot i \cdot j \cdot \pi / n) + \Phi_j \cdot \cos(2 \cdot i \cdot j \cdot \pi / n)]$$

Полученные два массива после нормализации и приведения к одному уровню дают возможность построить фазовую диаграмму движений динамической системы по исследуемой реализации колебательного процесса. Текущее положение изображающей точки на фазовой диаграмме определяется парой координат с одинаковыми индексами в массивах X и V .

С целью выявления в исследуемом сигнале детерминированных составляющих используем метод фильтрации случайных гармоник, приняв $A_j = 0$, $\Phi_j = 0$ для гармоник спектра (3) с амплитудой

$$A_m < \frac{2K_\phi}{n} \sum_{j=1}^{n/2} \sqrt{A_j^2 + \Phi_j^2}, \quad (5)$$

где $K_{\phi} < 1$ – коэффициент фильтрации; A_j и Φ_j – синусные и косинусные коэффициенты Фурье. При этом фильтрации подвергается исходный сигнал колебательного процесса, а сигналы скорости и смещения собираем уже по преобразованному сигналу с использованием гармонических коэффициентов.

Для обоснования верхней границы фильтрации выполнен статистический эксперимент на достаточно большом количестве реализаций колебаний, полученных при различных видах обработки (шлифование плоское и внутренне, растачивание отверстий, обтачивание цилиндрических деталей) с широким варьированием режимов резания. Результаты эксперимента позволили выявить определенную закономерность. В частности, увеличение уровня фильтрации влечет за собой рост коэффициента корреляции между кривыми, описывающими спектры скорости и ускорения. Установлено, что верхнюю границу фильтрации целесообразно ограничить по моменту достижения коэффициента корреляции между указанными параметрами на уровне 0,95. Таким образом, алгоритм выявления детерминированных составляющих в сигнале колебательного процесса сводится к нахождению минимального порога фильтрации $K_{\phi min}$ исходного сигнала, при котором коэффициент корреляции достигает значения 0,95. Тогда долевое участие стохастических и детерминированных составляющих в сигнале определится соответственно как $K_{\phi min}$ и $(1 - K_{\phi min})$.

На рис. 2 и 3 показан пример выделения детерминированных составляющих в сигналах колебательных процессов, записанных соответственно на операциях шлифования и точения. В левой части расположены макеты сигналов скорости V и смещения S , далее следуют их спектры в диапазоне частот 0,1-5 кГц и в правой части помещены фазовые диаграммы в системе «S-V».

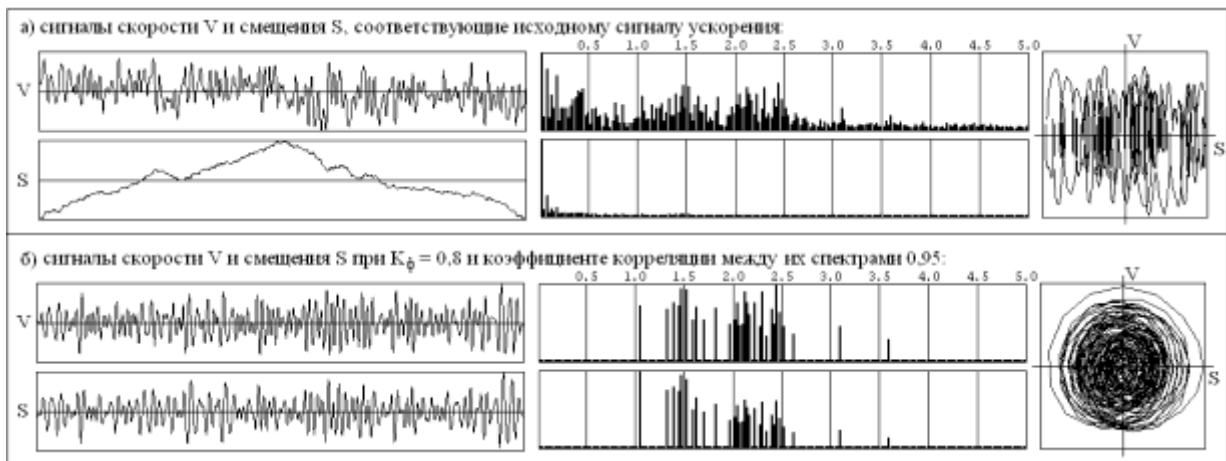


Рис. 2. Пример выявления детерминированных составляющих в сигнале колебательного процесса на операции шлифования

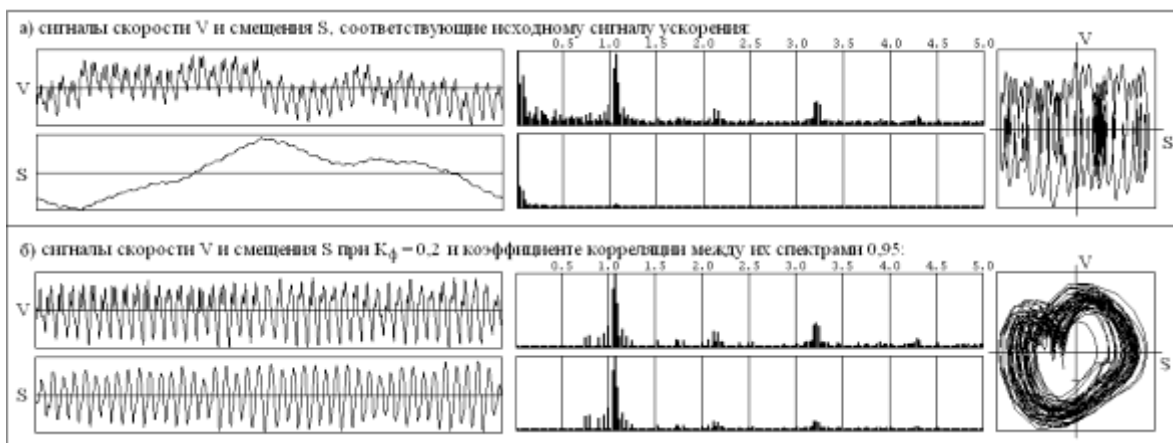


Рис. 3. Пример выявления детерминированных составляющих в сигнале колебательного процесса на операции точения

Как видно, коэффициент корреляции 0,95 между кривыми спектров скорости и смещения наступает при достижении уровня фильтрации 0,8 для шлифования и 0,2 для точения. Отсюда следует, что в сигналах колебательных процессов соотношение между детерминированными и стохастическими составляющими соотносится как 80 и 20% для шлифования и 20 и 80% для точения.

Описанные способы обработки сигнала колебательного процесса разработаны для применения в научных исследованиях. В практических целях они могут быть использованы в системах диагностирования технологического оборудования в качестве источника информации о состоянии рабочих процессов и в других технических системах, где требуется высокая информативность о протекающих колебательных процессах.

Янкин Игорь Николаевич – доктор технических наук, профессор кафедры «Конструирование и компьютерное моделирование технологического оборудования в машино- и приборостроении» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Igor N. Yankin – Dr. Sc., Professor
Department of Design and Computer-Aided Modelling of Processing Equipment for Mechanical and Instrument Engineering
Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 05.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 621.92

Б.М. Бржозовский, А.В. Славин

ВЛИЯНИЕ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ НА ПРОЦЕСС СТРУЖКООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ШЛИФОВАНИИ МЕТАЛЛА

Приведены результаты исследования влияния смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) на процесс стружкообразования при абразивной обработке.

Шлифование, абразивное зерно, деформации, трение, температура

B.M. Brzhozovsky, A.V. Slavin

INFLUENCE OF LUBRICATING COOLING LIQUID ON PROCESS OF FORMATION OF SHAVING AT POLISHING OF METAL

The article provides the research data of the influence of lubricating and cooling liquid on the process of shaving formation during the abrasive treatment.

Polishing, abrasive grain, deformations, friction, temperature

Производительность и качество процессов шлифования металлов зависят от характера стружкообразования, являющегося результатом акта взаимодействия абразивного зерна и обрабатываемого материала. С позиций существующих представлений образование микростружек при шлифовании является следствием реализации условия $h / \rho > 0,5$ (h – глубина внедрения абразивного зерна; ρ – радиус вершины закругления абразивного зерна) [1-3]. Однако такой подход не дает объяснения причины отделения стружки реальным абразивным зерном глыбообразной формы. Попытки описания микрорезания абразивным зерном наталкиваются на непреодолимую трудность, заключающуюся в том, что с позиций теории резания невозможно объяснить механизм формирования микростружки, так как угол резания тупой. Взаимодействие абразивного зерна и обрабатываемого металла при шлифовании приводит к налипанию последнего. В [4] показано, что интенсивность налипания металла на абразивное зерно увеличивается по мере повышения пластичности обрабатываемого материала.

Налипание обрабатываемого металла на абразивное зерно приводит к изменению его геометрии. Согласно [4], налипание СОЖ в контакте «абразивное зерно – металл» изменяет фрикционные характеристики образовавшейся пары.

По данным [5], замедление процесса адгезии микростружки к абразивному зерну происходит при использовании абразивного материала с повышенной способностью к эмиссии электронов.

Анализ изложенного послужил основой для проведения исследований по определению влияния СОЖ на процесс стружкообразования, результатом которых может явиться разработка рекомендаций по подбору ее оптимального состава.

Рассмотрим взаимодействие абразивного зерна и обрабатываемой поверхности заготовки при шлифовании. Согласно [4] время контакта абразивного зерна с заготовкой составляет $(1 \div 5) \cdot 10^{-5}$ с. При врезании абразивного зерна в металл в нем возникают зоны текучести [3]. Удельная мощность взаимодействия абразивного зерна и обрабатываемого металла при шлифовании определится из зависимости

$$N_{уд} = K_{pv} \cdot \sigma_B \cdot v \cdot \sin \alpha, \quad (1)$$

где K_{pv} – коэффициент, учитывающий рост давления в контакте «зерно – металл»; σ_B – временное сопротивление разрушению обрабатываемого металла; α – средний угол наклона контакта абразивного зерна к поверхности заготовки; v – скорость резания.

При ударном взаимодействии абразивного зерна и заготовки, в поверхностном слое которой образуются зоны текучести, возникает неустойчивость и локализация пластической деформации. Основными гипотезами, объясняющими это явление, служат предположения о разупрочнении металла, связанном с влиянием скорости деформации, температуры, диссипации энергии на структурные изменения [6].

В работах школы академика В.Е. Панина развивается представление о деформируемом твердом теле как о многоуровневой системе, в которой пластическое течение рассматривается как эволюция потери сдвиговой устойчивости на микро-, мезо- и макроуровнях. На микромасштабном уровне генерируются скопления дислокаций на плоскостях кристаллографического скольжения. Мезомасштабный уровень формируется в виде мезополос пластического течения. На макромасштабном уровне развиваются макрополосы локализованного пластического течения. Исследование полос адиабатического сдвига [6], показало, что источник их формирования – скачкообразные процессы в системе микродвигов и пластических ротаций с изменением ориентации зерен в металле.

Результатом высокоскоростного взаимодействия зерна и обрабатываемого металла (скорость деформации $\dot{\epsilon} \sim 10^4 - 10^6$) является резкое падение сопротивления сдвигу на 2-3 порядка, которое выходит на асимптотическую зависимость [6]. При этом эффективная вязкость среды может быть представлена в виде [6]:

$$\sigma'_{ik} = \eta_3^{TM} \cdot e_{ik}^P, \quad \eta_3^{TM} = \frac{J_1 - J_2 P_{ik}}{e_{ik}^P}, \quad (2)$$

где P_{ik} – тензор, характеризующий интенсивность и преимущественную ориентацию микродвигов; σ_{ik} , e_{ik}^P – тензоры напряжений и скорости пластических деформаций.

В [6] отмечается, что при данных скоростях деформаций для различных конденсированных сред (алюминий, свинец, вода, ртуть) вязкость имеет практически постоянное значение $\eta \sim 10^4$ Пз, что объясняется адиабатическим подчинением скорости деформации деформационной кинетике, обусловленной коллективными эффектами ансамблей микродвигов в условиях ориентационного перехода.

Ранее проведенные исследования [7] механизма стружкообразования при шлифовании показали, что микростружка при шлифовании металла образуется вследствие возникновения ударной волны, возникающей в контактной паре «зерно – материал». Ударная волна, обладая значительной энергией, перемещается перед зерном и переводит металл в пластическое состояние, что в целом согласуется с вышеприведенными результатами исследований.

Таким образом, действие СОЖ на процесс стружкообразования при шлифовании необходимо рассматривать с учетом приведенных выше данных. По-видимому, действие СОЖ на механизм стружкообразования необходимо разделить на две составляющие. Первая составляющая – действие СОЖ в фрикционном контакте «зерно – металл». Вторая составляющая – влияние СОЖ на рельеф режущего профиля инструмента. Действие первой составляющей сводится к изменению свойств контактирующих поверхностей абразивного зерна и обрабатываемого металла, от которых будет зависеть интенсивность засаливания режущего элемента. Ухудшение отвода продуктов диспергирования из зоны шлифования приводит к нивелированию режущего рельефа круга и, как следствие, падению производительности обработки. Таким образом, действие СОЖ при шлифовании сводится к минимизации засаливания абразивного зерна и предотвращению заполнения межзеренного пространства шламом [8].

Современные представления о механизме контактных взаимодействий твердых тел выделяют три стадии: образование физического контакта, активизация соединения поверхностей и схватывание, объемное взаимодействие соединяемых материалов [9-11]. При движении абразивного зерна вдоль дуги контакта с обрабатываемым металлом при достижении критических значений давления и температуры [12, 13] начинается их взаимодействие через граничный слой смазки либо без него, что приводит к пластической деформации металла. Согласно [14], при движении индентора в среде пластически деформируемого металла происходит их прилипание.

Условие образования застойной зоны у границы индентора запишется [18]:

$$\frac{h}{\rho} > 1 - \cos\left\{\frac{1}{2}[\lambda - \arccos 2c \sin \lambda]\right\}, \quad (3)$$

где λ – угол трения на границе «металл – индентор»; c – константа $\left(c = \frac{1}{2} + \frac{\pi}{4}\right)$.

Как следует из зависимости (3), изменение угла трения λ регламентирует условие прилипания индентора и металла, а, следовательно, и интенсивность засаливания абразивного зерна.

В [15] было показано, что при шлифовании вследствие адгезионных процессов на абразивном зерне формируется уплотненный слой металла, который изменяет геометрию абразива, и, как следствие, динамику контактного взаимодействия. Данный факт служит главной причиной изменения тензоров напряжений и скоростей пластических деформаций (2). Анализ проведенных исследований показывает, что СОЖ при шлифовании оказывает влияние на процесс стружкообразования через процесс трения в паре «абразив – металл». По этой причине введение в состав СОЖ компонентов, минимизирующих коэффициент трения, будет способствовать росту интенсивности диспергирования металла. С целью проверки данного положения нами были проведены исследования, которые сводились к определению съема металла при микрорезании единичным зерном из лейкосапфира на прецизионном круглошлифовальном станке 3E12, оснащенный узлом микроподачи шлифовальной бабки, который обеспечивает подвод к образцу на один оборот диска с индентором, установленным на шпиндель станка вместо шлифовального круга. Обработывался валик цилиндрический из стали ШХ15 HRC₃ 62 ... 65. Для исключения влияния анизотропии зерен Al₂O₃ в зависимости от ориентации кристаллографических осей в каждом опыте использовали 20 зерен. С целью увеличения интенсивности налипания металла на Al₂O₃ на вершине зерна алмазным кругом образовывалась площадка $\varnothing 300 \div 350$ мкм. Микрорезание осуществлялось с подачей $6,5 \cdot 10^{-3}$ мкм; $6,5 \cdot 10^{-2}$ мкм; $6,5 \cdot 10$ мкм.

Определение ионизационного потенциала СОЖ проводили по методике, описанной в [8]. Исследование коэффициента трения Al₂O₃ по металлу проводили в режиме трения – скольжения согласно [8]. Как видно из рисунка, количество налипшего на зерно металла снижается с ростом величины эмиссии СОЖ и величины подачи.

Рост подачи абразивного зерна приводит к увеличению объема диспергируемого металла и времени их контакта. Рост объема диспергируемого металла (стружки) приводит к повышению мгновенной локальной температуры, усилению диссипации тепловой энергии, приводящей к разупрочнению обрабатываемости материала. При этом активизируется ионизация микрообъемов СОЖ не только в зоне контакта «абразив – металл», но и на некотором расстоянии от нее.

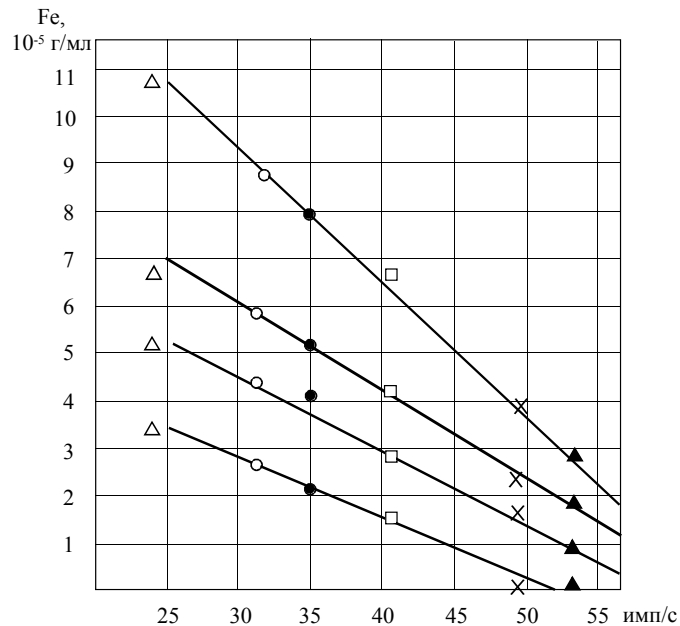
Рост температуры СОЖ способствует понижению ионизационного потенциала СОЖ. Суммарное действие этих факторов вызывает увеличение количества ионизированных молекул СОЖ, которые устремляются на ювенильные поверхности металла, образуя пленки, нивелирующие субмикрорельеф абразивного зерна, и минимизируют эффект схватывания. Как видно из (3), рост h вызывает снижение коэффициента трения абразива по металлу.

По ранее приведенной методике исследовали влияние продуктов взаимодействия СОЖ с абразивным зерном на коэффициент трения с обрабатываемым металлом. В данной серии опытов использовались единичные зерна Al₂O₃ после и до микрорезания стали ШХ15 в разных СОЖ для определения их коэффициента трения (табл. 1). Из табл. 1 видно, что для всех исследованных СОЖ коэффициент трения Al₂O₃ по ШХ15 после микрорезания больше, чем для зерен, не работавших в условиях микрорезания. Полученные данные по коэффициенту трения коррелируют со значениями величины эмиссии электронов СОЖ.

Наименование СОЖ	Коэффициент трения Al ₂ O ₃ по ШХ15	
	неработавшие зерна	зерна после микрорезания
2%-й водный раствор соды	0,28	0,88
3%-й водный раствор Укринол 1	0,22	0,84
2%-й водный раствор Аквол 2	0,24	0,82
5%-й водный раствор ЭГТ2	0,26	0,85
5%-й водный раствор Аквол 10	0,2	0,75
5%-й водный раствор ИХП45Э	0,17	0,45

Минимальный коэффициент трения Al₂O₃ по ШХ15 при применении СОЖ ИХП45 указывает на высокую эффективность антифрикционных присадок, обеспечивающих образование высокопрочных пленок на фрикционном контакте. Как видно из таблицы, при использовании СОЖ с большим значением эмиссии электронов снижается коэффициент трения как неработавших, так и работавших абразивных зерен.

Увеличение коэффициента трения абразива по металлу приводит к росту интенсивности засаливания и повышению теплонапряженности процесса шлифования, и, как следствие, к понижению режущей способности инструмента.



Влияние величины эмиссии электронов СОЖ на количество налипшего на Al_2O_3 металла при микрорезании стали ШХ15: Δ – 2 %-й раствор соды в H_2O ; \circ – 3 %-й водный раствор концентрата Укринол-1; \bullet – 2 %-й водный раствор концентрата Аквол-2; \square – 5 %-й водный раствор концентрата ЭГТ2; \times – 5 %-й водный раствор концентрата Аквол-10; \blacktriangle – 5 %-й водный раствор концентрата ИХП45Э; 1 – подача $6,5 \cdot 10^{-3}$ мкм; 2 – подача $6,5 \cdot 10^{-2}$ мкм; 3 – подача $6,5 \cdot 10^{-1}$ мкм; 4 – подача 6,5 мкм

На основании проведенных исследований можно отметить, что влияние СОЖ на процесс стружкообразования при шлифовании заключается в регулировании фрикционного взаимодействия пары «абразив – металл» путем формирования пленок из продуктов деструкции технологической среды, что отражается на динамике процесса. Установлено влияние величины эмиссии электронов СОЖ на интенсивность засаливания абразивного зерна. Засаливание абразивного зерна снижается по мере роста глубины внедрения абразивного зерна, что приводит к росту объема застойной зоны у передней поверхности, формированию ударной волны, приводящей к переводу металла в пластическое состояние.

ЛИТЕРАТУРА

1. Байкалов А. К. Введение в теорию шлифования материалов / А.К. Байкалов. Киев : Наукова думка, 1978. 207 с.
2. Прогрессивные методы абразивной обработки металлов / И.П. Захаренко [и др.]; под ред. И.П. Захаренко. Киев: Техніка, 1980. С. 84-87.
3. Филимонов Л.И. Высокоскоростное шлифование / Л.И. Филимонов. Л.: Машиностроение, 1979. 248 с.
4. Худобин Л.В. Минимизация засаливания шлифовальных кругов / Л.В. Худобин, А.Н. Унячин; под ред. Л.В. Худобина. Ульяновск: УлГТУ, 2007. 298 с.
5. Кубасов П.У. Исследование засаливания абразивного зерна при микрорезании / П.У. Кубасов, В. Г. Бухановский, О.П. Фомовская // Смазочно-охлаждающие жидкости в процессах абразивной обработки : межвуз. науч. сб. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 1986. С. 16-20.
6. Сокоиков М.А. Автомодельные закономерности неустойчивости пластического сдвига при ударном нагружении / М.А. Сокоиков // Математическое моделирование систем и процессов. № 11. 2000. С. 104-111.
7. Шумячер В.М. Модель взаимодействия абразивного зерна и обрабатываемого материала при шлифовании. Схема стружкообразования / В.М. Шумячер, А.В. Кадыльников // Технология машиностроения. № 4. 2007. С. 18-21.
8. Славин А.В. Повышение эффективности процесса шлифования на основе моделирования механо-химических явлений в зоне обработки : дис. ... канд. техн. наук / А.В. Славин. Саратов, 2000. 153 с.
9. Каракозов Э.С. Соединение металлов в твердой фазе / Э.С. Каракозов. М. : Металлургия, 1975. 279 с.

10. Красулин Ю.Л. Взаимодействие металлов с полупроводником в твердой фазе / Ю.Л. Красулин. М.: Наука, 1971. 120 с.
11. Метелкин И.И. Сварка керамики с металлами / И.И. Метелкин, М.А. Павлова, И.В. Поздеева. М.: Металлургия, 1977. 160 с.
12. Трение, изнашивание и смазка: справочник: в 2 кн. Кн. 1 / под ред. И.В. Крагельского, В.В. Алисина. М.: Машиностроение, 1978. 400 с.
13. Трение, изнашивание и смазка: справочник: в 2 кн. Кн. 2 / под ред. И.В. Крагельского, В.В. Алисина. М.: Машиностроение, 1979. 358 с.
14. Спасский М.Ф. Механизм резания металлических поверхностей зерном абразива с учетом пластического течения / М.Ф. Спасский, Ю.В. Ашкерев, Ю.И. Лохов // Оптико-механическая промышленность. № 3. 1983. С. 30-33.
15. Быкадорова О.Г. Повышение эффективности шлифования путем управления процессами взаимодействия абразивного зерна и обрабатываемого металла: дис. ... канд. техн. наук / О.Г. Быкадорова. Волжский, 2005. 120 с.

Бржозовский Борис Максевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Конструирование и компьютерное моделирование технологического оборудования в машино- и приборостроении» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Boris M. Brzhozovskiy – Dr. Sc., Professor, Head: Department of Design and Computer-Aided Modelling of Processing Equipment for Mechanical and Instrument Engineering Gagarin Saratov State Technical University

Славин Андрей Вячеславович – доцент кафедры «Технология обработка и производство материалов» Волжского института строительства и технологий (филиал) Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета

Andrey V. Slavin – Associate Professor Department of Processing Technologies and Production of Materials, Volgograd university of building and architecture – Branch of Volzhsky Institute of building and technology

Статья поступила в редакцию 25.10.11, принята к опубликованию 01.02.11

УДК 621.9:531.1

Б.М. Бржозовский, И.Н. Янкин, Д.А. Хайров

ОПТИМАЛЬНАЯ ДИНАМИЧЕСКАЯ НАСТРОЙКА СТАНКА ПРИ ОБРАБОТКЕ НЕОДНОРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Рассмотрена возможность улучшения качества резания при обработке неоднородных материалов на примере процесса правки абразивных кругов путем создания оптимальных динамических условий станка в области зоны резания. Предложен показатель оптимальной динамической настройки системы правки по критерию качества абразивного круга.

Динамика резания, абразивный инструмент, качество правки

B.M. Brzhozovskiy, I.N. Yankin, D.A. Khayrov

OPTIMUM DYNAMIC TUNING OF A MACHINE-TOOL WHEN TREATING HETEROGENEOUS MATERIALS

The possibility of improving the quality of cutting when treating heterogeneous materials is considered through the process of correcting abrasive circles by means of creating optimum dynamic terms. The index of optimum dynamic tuning of the correction system using the criterion of the abrasive circle quality is offered.

Cutting dynamics, abrasive tool, quality of correction

При резании неоднородных материалов возникают значительные динамические нагрузки на упругую систему станка, что приводит к образованию нежелательных динамических явлений. Одним из примеров такой обработки является процесс правки абразивных кругов, которые структурно состоят из различных компонентов – абразивных зерен, связки и продуктов засаливания пор. Наиболее частая правка производится на внутришлифовальном оборудовании, где высока скорость потери инструментом режущих свойств, что требует включать операцию правки как минимум один раз в цикл обработки отверстия. Формируемое на операции правки качество абразивного круга во многом определяет качество процесса резания на последующей операции шлифования.

Процесс правки круга представляет собой высокоскоростное ударное взаимодействие правящего инструмента с поверхностным слоем (ПС) абразивного круга. Возбуждаемые при правке динамические явления оказывают существенное влияние на процесс формирования рельефа ПС круга и его режущие свойства. В свою очередь, интенсивность и ориентация различных форм колебаний, сопровождающих процесс правки, подчиняются динамическим свойствам подсистем абразивного круга и правящего инструмента. Оптимальное сочетание динамических свойств, при которых обеспечиваются наилучшие условия процесса резания, создается на основе оптимальной динамической настройки [1].

В статье на основе моделирования динамических явлений при правке абразивного инструмента рассмотрено влияние параметров подсистем абразивного круга и правки на качество обработки и предложен критерий оптимальной динамической настройки станка.

Процесс правки на внутришлифовальных станках реализуется, как правило, путем обтачивания абразивного круга правящим инструментом в виде алмазного карандаша. В обработке участвуют две подсистемы – подсистема абразивного круга и подсистема правящего инструмента. Модель динамического взаимодействия подсистем правки можно условно отразить схемой, изображенной на рис. 1. Здесь обозначены: X_a, X_k – осевые подсистемы; Y_a, Y_k – нормальные подсистемы; Z_a, Z_k – тангенциальные подсистемы абразивного круга и правящего инструмента. Каждая из указанных подсистем может быть развита в глубь упругой системы станка в соответствии с его конструктивными особенностями и требованиями адекватности модели.

Движения в каждой из шести подсистем описываются уравнениями связанных осцилляторов, находящихся под действием произвольной внешней силы:

$$m_i \ddot{x}_i + c_i \dot{x}_i + p_i(x_i - x_{i+1}) = \begin{cases} P(t) & |_{t_1}^{t_2} \\ 0 & |_{t_2}^{t_3} \end{cases}, \quad (1)$$

$$m_{i+1} \ddot{x}_{i+1} + c_{i+1} \dot{x}_{i+1} + p_{i+1} x_{i+1} - p_i(x_i - x_{i+1}) = 0,$$

где инерционные характеристики подсистем описываются колебательными массами m_i , диссипативные характеристики – коэффициентами диссипативных сил c_i , а упругие характеристики – жесткостями p_i вдоль обобщенных координат. Возмущение подсистем представлено в виде потока импульсов сил, формирующихся в результате столкновения фрагментов абразивного круга с вершиной правящего инструмента. В условиях относительно малых глубин правки, составляющих для внутришлифовальных станков от 1мкм при чистовой и до 12 мкм при черновой правке, контакт алмаза с кругом носит прерывистый характер. На участке времени t_1-t_2 алмаз находится в контакте с фрагментом абразивного круга под действием нарастающей силы $P(t)$, а на участке времени t_2-t_3 он теряет контакт до момента столкновения со следующим фрагментом.

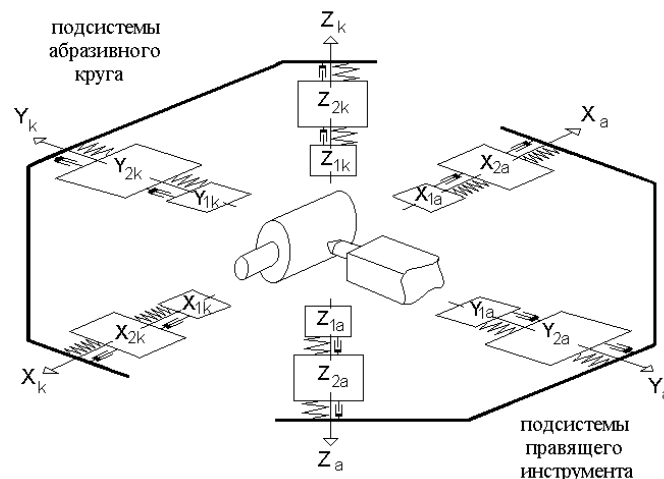


Рис. 1. Схема подсистем при правке абразивного круга

При формировании выражения для расчета сил правки принято, что наибольшей значимостью обладают импульсы, возникающие при столкновении вершины алмаза с абразивными зернами как наиболее прочными фрагментами абразивного круга. В свою очередь, малые глубины взаимодействия алмаза с зернами обуславливают их разрушение преимущественно за счет развиваемых в контактной области сжимающих напряжений. В этой связи закон нарастания силы в течение времени контакта абразивного зерна с вершиной правящего инструмента может быть описан в следующем виде:

$$P(t) = \frac{64[\sigma]_{\text{сж}} \rho_z S}{\pi^2} \text{Sin}(\omega t), \quad \omega = \frac{\pi V}{2\sqrt{2\rho_a S}}, \quad (2)$$

где $[\sigma]_{\text{сж}}$ – предел прочности материала зерна на сжатие; ρ_z, ρ_a – радиусы вершин зерна и алмаза; S – глубина взаимодействия в направлении линии, связывающей центры вершин алмаза и зерна; V – скорость столкновения; ω – круговая частота взаимодействия, которая определяется по длительности полупериода нарастания импульса силы. Гипотетический временной интервал длительности полупериода действия силы определяется, исходя из глубины взаимодействия, относительной скорости и радиуса закругления вершины алмаза по формуле $t = 0 \dots \frac{\sqrt{2\rho_a S}}{V}$. Фактическая длительность взаимо-

действия зерна с алмазом ограничивается моментом скалывания или объемного разрушения абразивного зерна при достижении предельных контактных напряжений.

Действие потока импульсов сил с фронтом нарастания, подчиняющимся гармоническому закону (2), приводит к образованию в динамической системе переходных движений, которые являются результатом сложения вынужденных колебаний, собственных колебаний с начальными условиями и свободных сопровождающих колебаний.

Описанные выше положения легли в основу компьютерной модели правки, разработанной для исследования процесса формообразования рельефа рабочей поверхности абразивного круга в условиях колебаний формообразующих подсистем. Она включает следующие модельные решения:

- модель абразивного круга, описывающая случайное расположение и случайную геометрию абразивных зерен в его поверхностном слое в соответствии с размерной характеристикой абразивной фракции и структурными характеристиками инструмента;

- модель технологического движения абразивного круга, реализующая его вращение, поперечную и продольную подачи в соответствии с заданным режимом правки;

- модель динамики процесса правки, описывающая колебательные движения подсистем абразивного круга и правящего инструмента в соответствии с их динамическими характеристиками и возмущением процессом правки [2];

- модель силового взаимодействия абразивного круга с правящим инструментом, формирующая импульсы сил за счет столкновения фрагментов ПС круга с вершиной алмаза с учетом их реальных траекторий и скоростей, являющихся результатом сложения технологического и колебательного движений;

- модель формирования рельефа ПС круга как результат хрупкого ударного разрушения его фрагментов с вершиной правящего инструмента в соответствии с характеристиками абразивных зерен и параметрами ударных импульсов.

Оценка качества ПС абразивного круга выполнена по следующим наиболее информативным показателям:

- по коэффициенту исправляющей способности процесса правки (K_u), отражающему качество правки в виде изменения функции распределения вершин абразивных зерен и площади опорной поверхности круга по глубине профиля;

- по коэффициенту динамического влияния системы правки (K_{de}), отражающему степень влияния ее динамических свойств и представляющему собой отношение коэффициента исправления K_u в условно «абсолютно жесткой» упругой системе (без колебаний) к аналогичному показателю правящего круга с учетом колебаний динамической системы правки.

На рис. 2 приведены графики коэффициентов исправляющей способности процесса правки (а) и динамического влияния (б), полученные при изменении динамической настройки системы правки за счет варьирования величины вылета державки, несущей правящий инструмент. Наибольшая исправляющая способность имеет место в условиях правки по четвертому варианту динамической настройки, а наименьшая – по ее первому варианту. Соотношения между коэффициентами исправления по указанным двум вариантам настройки составляют: на глубине 1 мкм – 4,3/1,9; на глубине 3 мкм – 3,6/2,3; на глубине 5 мкм – 2,9/2,2.

График коэффициента динамического влияния (рис. 2, б) отражает связь степени исправления рельефа абразивного круга с динамической настройкой системы правки. Его также можно интерпретировать как влияние колебательного процесса на исправляющую способность процесса правки.

Причем чем выше значение коэффициента $K_{об}$, тем в большей степени проявляется отрицательное влияние колебаний на качество процесса правки и правленного абразивного круга. Из полученных графиков следует, что различие в исправляющей способности процесса правки проявляется в наибольшей степени на поверхности круга (кривые А) и уменьшается с увеличением глубины профиля.

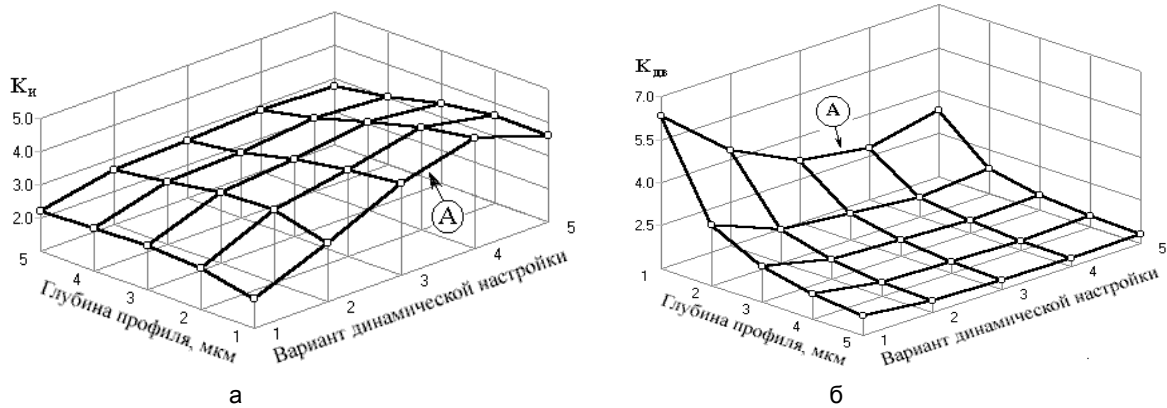


Рис. 2. Влияние динамической настройки системы правки на ее исправляющую способность (а) и на коэффициент динамического влияния (б)

График изменения коэффициента динамического влияния хорошо согласуется с динамическими образами абразивных кругов, приведенных на рис. 3, где линии на фигурах представляют собой траекторию движения вершины правящего инструмента в поверхностном слое круга с учетом сопровождающего обработку колебательного процесса. Здесь влияние динамики правки демонстрируется в виде степени искажения сетки, нанесенной на фигуры, от правильной цилиндрической формы за счет колебательного процесса.

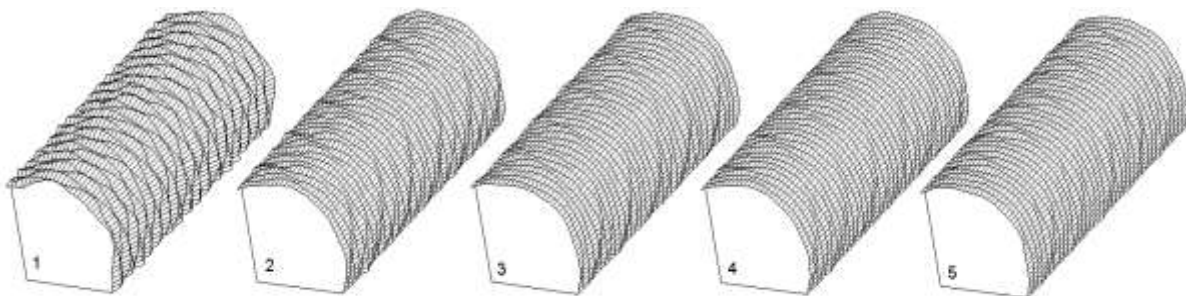


Рис. 3. Динамический образ ПС круга при различных вариантах динамической настройки системы правки

Как видно, наибольшие искажения в формообразование ПС круга вносятся в условиях обработки по первому варианту динамической настройки. Вместе с тем динамический образ круга, полученный при обработке по четвертому варианту динамической настройки, имеет наименьшие искажения.

Подсистемы абразивного круга и правки взаимодействуют между собой через процесс резания, поэтому они являются динамически связанными. Их движения, возмущенные процессом правки, проявляются в виде сочетания различных форм колебаний. Для двух связанных подсистем одного направления взаимовлияние форм колебаний целесообразно оценить векторным параметром

$$\bar{C} = K_c \cdot \bar{J}_\partial, \text{ где } K_c = \frac{\prod_1^n K_i}{\sum_1^n K_i} - \text{показатель связанностей парциальных систем по собственным формам}$$

колебаний; K_i – коэффициенты взаимных связанностей в подсистемах абразивного круга и правки одного направления; $\bar{J}_\partial = \bar{J}_{\partial 1} + \bar{J}_{\partial 2}$ – сумма векторов динамических податливостей в подсистемах в направлении исследуемой координатной оси; n – число исследуемых форм колебаний.

Модуль динамической податливости подсистемы на частоте возмущения ω_∂ определяется суммой собственной j_c и взаимной j_∂ податливостей:

$$j_c = \frac{m_2 \omega_g^2 \left(1 - \frac{\omega_{02}^2}{\omega_g^2} + \frac{\delta_2}{\omega_g} \right)}{\Delta(\omega)}, \quad j_g = \frac{m_2 \gamma_1}{\Delta(\omega)}, \quad (3)$$

где $\Delta(\omega) = m_1 m_2 \omega_g^4 \left[\left(1 - \frac{\omega_{01}^2}{\omega_g^2} + \frac{\delta_1}{\omega_g} \right) \left(1 - \frac{\omega_{02}^2}{\omega_g^2} + \frac{\delta_2}{\omega_g} \right) - \frac{\gamma_1 \gamma_2}{\omega_g^4} \right]$ – детерминант подсистемы; ω_{0i} – парциальные частоты; δ_i – коэффициенты диссипации; γ_i – коэффициенты связей подсистем; m_1, m_2 – колебательные массы.

Тогда качество динамической настройки системы правки целесообразно оценить результирующим вектором по трем координатным направлениям

$$\overline{P_{\text{дн}}} = \sum_1^3 \overline{C}_i. \quad (4)$$

Его направление указывает на наиболее «слабый» элемент динамической системы, а модуль является комплексным показателем, характеризующим динамическую податливость и степень связанности в системе по собственным формам колебаний.

Многочисленными компьютерными исследованиями с широким варьированием динамических параметров подсистем абразивного круга и правки установлено, что модуль вектора, рассчитываемый по выражению (4), имеет достаточно высокую корреляцию с качеством правленного ПС круга, что позволяет рекомендовать его в качестве показателя или критерия оптимальной динамической настройки системы правки. При наличии элементов в механизме правки, позволяющих изменять его какие-либо настройки, оптимальным будет тот вариант, который соответствует минимальному значению показателя настройки $\overline{P_{\text{дн}}}$.

Таким образом, компьютерное моделирование динамических явлений, сопровождающих механическую обработку неоднородных материалов на примере процесса правки абразивных кругов, позволило установить следующее:

1. На качество правленного ПС круга оказывает существенное влияние колебательный процесс, возбуждаемый в результате высокоскоростного ударного взаимодействия фрагментов круга с вершиной правящего инструмента.
2. Параметры колебательного процесса зависят от соотношения динамических параметров подсистем, реализующих процесс правки, что позволяет выйти на их оптимальную динамическую настройку.
3. Для оценки качества динамической настройки разработан комплексный показатель, учитывающий динамические податливости и степень связанности участвующих в резании подсистем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бржозовский Б.М. Обеспечение качества обработки на основе оптимальной динамической настройки формообразующих механических подсистем изделия, абразивного и правящего инструментов / Б.М. Бржозовский, И.Н. Янкин. Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2004. 116 с.
2. Янкин И.Н. Идентификация колебательного процесса на основе частотных методов / И.Н. Янкин // Автоматизация и современные технологии. 2003. № 8. С. 29-31.

Бржозовский Борис Максович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Конструирование и компьютерное моделирование технологического оборудования в машино- и приборостроении» Саратовского государственного технического университета им. Гагарина Ю.А.

Янкин Игорь Николаевич – доктор технических наук, профессор кафедры «Конструирование и компьютерное моделирование технологического оборудования в машино- и приборостроении» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Boris M. Brzhozovskiy – Dr. Sc., Professor, Head: Department of Design and Computer-Aided Modelling of Processing Equipment for Mechanical and Instrument Engineering
Gagarin Saratov State Technical University

Igor N. Yankin – Dr.Sc., Professor
Department of Design and Computer-Aided Modelling of Processing Equipment for Mechanical and Instrument Engineering
Gagarin Saratov State Technical University

Хайров Джавдат Анвярович –
научный сотрудник ОАО «Концерн Гранит-
Электрон», г. Саратов

Dzhavdat A. Khayrov –
Research Fellow
JSC «Concern Granite-Electron», Saratov

Статья поступила в редакцию 05.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 621.914

Л.И. Шейко

ФОРМИРОВАНИЕ МНОЖЕСТВА ВОЗМОЖНЫХ КОМПОНОВОК МНОГОКООРДИНАТНЫХ ЗУБООБРАБАТЫВАЮЩИХ СТАНКОВ

Приведена методика формирования множества компоновок многокоординатных зубообрабатывающих станков, основанная на возможности получения любых относительных движений инструмента и изделия за счет различных наборов подвижных блоков как по виду движения, так и по пространственной ориентации.

направлений их движений

Компоновка, зубообработка, движение, множество, блок, станок

L.I. Sheiko

FORMATION OF A SET OF POSSIBLE LAYOUTS FOR MULTIAXIS GEAR CUTTING MACHINES

The article presents a method of forming a set of multi-axis configurations for gear cutting machines based on the possibility of obtaining any the relative motions of the tool and the product due to different sets of mobile units both in the form of motion or spatial orientation of their movement.

Arrangement, cutting, movement, set, block, machine

Основными отличительными особенностями многокоординатных зубообрабатывающих станков (МЗС) являются [1]:

- полное совмещение наладочных и формообразующих движений;
- наличие в МЗС шести исполнительных органов, из которых три задают относительное угловое положение инструмента и обрабатываемого изделия и три – текущие координаты определенных фиксированных точек осей вращения инструмента и изделия;
- оснащение каждого исполнительного органа отдельным приводом, управляемым микропроцессорной системой ЧПУ;
- одновременное управление в общем случае 6 формообразующими движениями по нелинейным законам.

Таким образом, все движения исполнительных органов, в том числе и наладочные, полностью автоматизированы, и исполнительные органы могут располагаться в пространстве в общем случае произвольно, так как к ним не требуется свободного доступа для ручных наладочных установок. Кроме того, на МЗС реализуются любые относительные движения инструмента и изделия, то есть на нем могут обрабатываться любые (в пределах характеристик МЗС) зубчатые колеса любыми методами зубообработки, и реализация этих движений может быть выполнена различными по виду движения исполнительными органами.

В связи с указанным для формирования всего множества возможных компоновок МЗС, имеющих различные свойства, предложена концепция [2], в основу которой положена возможность получения любых относительных движений инструмента и изделия за счет различных наборов подвижных блоков, как по виду движения, так и по пространственной ориентации направлений их движений. Следовательно, основными этапами формирования множества компоновок являются:

- определение множества возможных наборов блоков в соответствии с предложенной концепцией;
- формирование на основе полученных наборов блоков множества компоновок МЗС, используя известные способы комбинаторики.

Уточним понятие «набор блоков». Под набором блоков МЗС понимается любое сочетание семи блоков, из которых 6 блоков являются подвижными и 1 – стационарным, обеспечивающих любые относительные движения инструмента и обрабатываемого изделия.

При формировании наборов блоков каждый из подвижных блоков характеризовался двумя признаками: видом движения (прямолинейное $\bar{П}$ или вращательное $\bar{П}$); ориентацией в пространстве направления движения для прямолинейно-подвижных блоков или направления оси вращения для вращательно-подвижных блоков.

Возможные наборы блоков по видам движений зависят от варианта задания относительного положения инструмента и обрабатываемого изделия. Как указывалось выше, для реализации в МЗС любых относительных движений инструмента и изделия необходимы 6 движений.

Три из этих движений задают относительное угловое положение инструмента и изделия, и эти движения всегда реализуются тремя вращательно-подвижными блоками $\bar{П}$; $\bar{П}$; $\bar{П}$. В качестве таких блоков для МЗС были приняты:

- блок инструмента, вращающийся вокруг своей оси;
- блок изделия, вращающийся также вокруг своей оси;
- блок, изменяющий угол между осями вращения блоков инструмента и изделия и вращающийся вокруг оси, непараллельной осям блоков инструмента и изделия.

Три остальных движения задают текущие координаты определенных точек осей вращения инструмента и изделия (блоков инструмента и изделия) и могут быть реализованы следующим образом:

- тремя прямолинейно-подвижными блоками $\bar{П}$, $\bar{П}$, $\bar{П}$, перемещающимся по непараллельным направлениям, не лежащим в одной плоскости;

- одним вращательно-подвижным блоком $\bar{П}$, ось вращения которого не совпадает с осями вращения блоков инструмента и изделия, и двумя прямолинейно-подвижными блоками $\bar{П}$, $\bar{П}$, перемещающимся по непараллельным направлениям, причем одно из этих перемещений должно быть перпендикулярно оси вращения блока $\bar{П}$;

- двумя вращательно-подвижными блоками $\bar{П}$, $\bar{П}$, оси вращения которых не совпадают друг с другом и с осями вращения блоков инструмента и изделия, и одним прямолинейно-подвижным блоком $\bar{П}$, перемещающимся в направлении, перпендикулярном одной из осей вращательно-подвижных блоков $\bar{П}$.

Возможна реализация рассматриваемых движений и тремя вращательно-подвижными блоками $\bar{П}$; $\bar{П}$; $\bar{П}$, выполняющими вращения вокруг определенных осей, однако при этом габариты и металлоемкость станков значительно увеличиваются, и поэтому такой состав блоков не рассматривается.

Таким образом, по видам движений рассматривались следующие наборы блоков:

$$\bar{П}; \bar{П}; \bar{П}; \bar{П}; \bar{П}; \bar{П}; \bar{О}; \tag{1}$$

$$\bar{П}; \bar{П}; \bar{П}; \bar{П}; \bar{П}; \bar{П}; \bar{О}; \tag{2}$$

$$\bar{П}; \bar{П}; \bar{П}; \bar{П}; \bar{П}; \bar{П}; \bar{О}; \tag{3}$$

где $\bar{О}$ – стационарный блок.

Ориентация в пространстве направлений движений и осей вращения указанных выше подвижных блоков рассматривалась в I-IV октантах и в 1-8 квадрантах ортогональной неподвижной системы координат $хуz$ (рисунок), так как при других их положениях формируются симметричные, качественно не отличающиеся, компоновки.

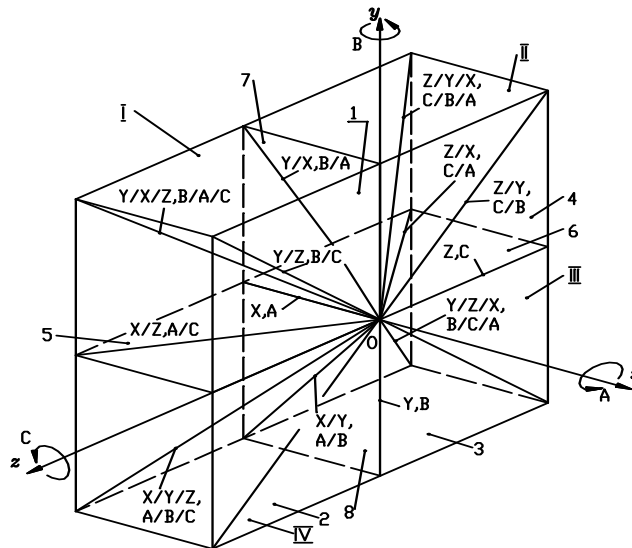
Для определения возможной ориентации движений блоков введены следующие обобщенные обозначения:

- прямолинейно-подвижные блоки X , Y , Z и вращательно-подвижные блоки A , B , C , движущиеся вдоль и вокруг осей принятой системы координат обозначены соответственно

1 и 1;

- прямолинейно-подвижные блоки X/Y , X/Z , Y/X , Y/Z , Z/X , Z/Y и вращательно-подвижные блоки A/B , A/C , B/A , B/C , C/A , C/B , движущиеся в координатных плоскостях $хоу$, $хоз$, $уоз$, обозначены соответственно 2 и 2;

- прямолинейно-подвижные блоки $Y/X/Z$, $Z/Y/X$, $Y/Z/X$, $X/Y/Z$ и вращательно-подвижные блоки $B/A/C$, $C/B/A$, $B/C/A$, $A/B/C$, движущиеся в I-IV октантах, обозначены 3 и 3.



Ориентация направлений движений и осей вращения подвижных блоков
(ось z системы координат хуz расположена горизонтально и направлена вдоль станины, ось у вертикальна, ось x горизонтальна и направлена таким образом, чтобы система координат была правой)

Конкретизируя наборы блоков (1), (2), (3) по ориентации направлений движений и осей вращения на уровне их обобщенного обозначения, получим матрицы наборов блоков, число столбцов f_m которых равно числу возможных сочетаний прямолинейно-подвижных блоков, а число строк f_n равно числу возможных сочетаний вращательно-подвижных блоков. Число столбцов $f_{k_m}^r$ и число строк $f_{k_n}^r$ матрицы вычисляются по известной формуле, определяющей число возможных сочетаний с повторениями в подмножестве из r элементов множества, содержащего k элементов

$$f_{k_m}^r = \frac{(k+r-1)!}{r!(k-1)!} \quad (4)$$

Тогда для набора (1) П; П; П; П; П; П; П; О $f_{k=3_m}^{r=3} = 10, f_{k=3_n}^{r=3} = 10$;
 для набора (2) П; П; П; П; П; П; П; О $f_{k=3_m}^{r=2} = 6, f_{k=3_n}^{r=4} = 15$;
 а для набора (3) П; П; П; П; П; П; П; О $f_{k=3_m}^{r=1} = 3, f_{k=3_n}^{r=5} = 21$.

Такая матрица для набора блоков (1) будет иметь вид (в матрице стационарный блок О условно не показан):

$$\begin{pmatrix} \text{---} \\ 111111 & 111112 & 111113 & \dots & 111233 & 111333 \\ \text{---} \\ 112111 & 112112 & 112113 & \dots & 112233 & 112333 \\ \text{---} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \text{---} \\ 333111 & 333112 & 333113 & \dots & 333233 & 333333 \\ \text{---} \end{pmatrix} \quad (5)$$

Подобные матрицы получены и для наборов блоков (2), (3).

После конкретизации элементов полученных матриц на координатном уровне и добавления стационарного блока О получим все множество возможных наборов блоков компоновок. Например, элемент первого столбца второй строки матрицы (4) после добавления стационарного блока О представляется следующим образом:

$$\begin{aligned} \text{---} \\ 1121110 &= A,B,A/B,X,Y,Z,O &+& A,B,C/A,X,Y,Z,O &+ \\ &+ A,B,B/C,X,Y,Z,O &+& A,B,B/A,X,Y,Z,O &+ \\ &+ A,B,A/C,X,Y,Z,O &+& A,B,C/B,X,Y,Z,O &+ \\ &+ A,C,A/B,X,Y,Z,O &+& A,C,C/A,X,Y,Z,O &+ \\ &+ A,C,B/C,X,Y,Z,O &+& A,C,B/A,X,Y,Z,O &+ \\ &+ A,C,A/C,X,Y,Z,O &+& A,C,C/B,X,Y,Z,O &+ \\ &+ B,C,A/B,X,Y,Z,O &+& B,C,C/A,X,Y,Z,O &+ \\ &+ B,C,B/C,X,Y,Z,O &+& B,C,B/A,X,Y,Z,O &+ \\ &+ B,C,A/C,X,Y,Z,O &+& B,C,C/B,X,Y,Z,O. \end{aligned} \quad (6)$$

где знак «+» означает «или».

Аналогично может быть представлен каждый член матриц.

Компоновка отличается от набора блоков тем, что в ней блоки располагаются в строго определенной последовательности. Компоновки, состоящие из блоков одного набора, отличаются друг от друга различной последовательностью сопряжений блоков между собой. Для каждого из полученных наборов блоков по известным методикам может быть сформирована матрица компоновок, число столбцов которой равно числу возможных разрядных положений стационарного блока О, а число строк равно числу возможных перестановок подвижных блоков. В компоновках многокоординатных станков, состоящих из 7 блоков, число возможных разрядных положений стационарного блока О равно 5, так как блоки инструмента и изделия являются всегда крайними. Число возможных перестановок подвижных блоков равно 24, так как перестановкам подлежат только 4 подвижных блока. Таким образом, общее число возможных компоновок для каждого из наборов блоков равно 120. Например, для набора блоков А, С, С/А, Х, Y, Z, О выражения (5), матрица компоновок МЗС будет иметь вид

AC/AXYZOC	AC/AXYOZC	AC/AXOYZC	AC/AOXYZC	AOC/AXYZC
AC/AXZYOC	AC/AXZOYC	AC/AXOZYC	AC/AOXZYC	AOC/AXZYC
AC/AYXZOC	AC/AYXOZC	AC/AYOXZC	AC/AOYXZC	AOC/AYXZC
AC/AYZXOC	AC/AYZOXC	AC/AYOZXC	AC/AOYZXC	AOC/AYZXC
AC/AZXYOC	AC/AZ XOYC	AC/AZOXYC	AC/AOZXYC	AOC/AZXYC
AC/AZYXOC	AC/AZY OXC	AC/AZOYXC	AC/AOZYXC	AOC/AZYXC
AXC/AYZOC	AXC/AYOZC	AXC/AOYZC	AXOC/AYZC	AOXC/AYZC
AXC/AZYOC	AXC/AZOYC	AXC/AOZYC	AXOC/AZYC	AOXC/AZYC
AXYC/AZOC	AXYC/AOZC	AXYOC/AZC	AXOYC/AZC	AOXYC/AZC
AXYZC/AOC	AXYZOC/AC	AXYOZC/AC	AXOYZC/AC	AOXYZC/AC
AXZC/AYOC	AXZC/AOYC	AXZOC/AYC	AXOZC/AYC	AOXZC/AYC
AXZYC/AOC	AXZYOC/AC	AXZOYC/AC	AXOZYC/AC	AOXZYC/AC
AYC/AXZOC	AYC/AXOZC	AYC/AOXZC	AYOC/AXZC	AOYC/AXZC
AYC/AZXOC	AYC/AZOXC	AYC/AOZXC	AYOC/AZXC	AOYC/AZXC
AYXC/AZOC	AYXC/AOZC	AYXOC/AZC	AYOXC/AZC	AOYXC/AZC
AYXZC/AOC	AYXZOC/AC	AYXOZC/AC	AYOXZC/AC	AOYXZC/AC
AYZC/AXOC	AYZC/AOXC	AYZOC/AXC	AYOZC/AXC	AOYZC/AXC
AYZXC/AOC	AYZXOC/AC	AYZOXC/AC	AYOZXC/AC	AOYZXC/AC
AZC/AXYOC	AZC/AXOYC	AZC/AOXYC	AZOC/AXYC	AOZC/AXYC
AZC/AYXOC	AZC/AYOXC	AZC/AOYXC	AZOC/AYXC	AOZC/AYXC
AZXC/AYOC	AZXC/AOYC	AZXOC/AYC	AZOXC/AYC	AOZXC/AYC

(7)

Подобные матрицы могут быть получены для всех наборов блоков. Из этих матриц и формируется все множество возможных компоновок МЗС, число которых составляет более 300 тысяч.

В дальнейшем из полученного множества возможных компоновок МЗС определяется наиболее рациональная, удовлетворяющая конкретным условиям производства [3, 4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Сегаль М.Г. Основные принципы проектирования многокоординатных зубообрабатывающих станков / М.Г. Сегаль, Л.И. Шейко // СТИН. 1998. №4. С. 6-8.
2. Шейко Л.И. Основные принципы формирования наборов блоков и условия отбора координатных компоновок зубообрабатывающих станков / Л.И. Шейко, Н.М. Буянов // Исследования зубообрабатывающих станков и инструментов и процессов резания: сб. науч. тр. Саратов: СПИ, 1990. С. 4-10.
3. Сегаль М.Г. Классификация компоновок многокоординатных станков для обработки конических колес с криволинейными зубьями / М.Г. Сегаль, Л.И. Шейко // СТИН. 1998. №7. С. 8-11.
4. Шейко Л.И. Методика структурного синтеза компоновок многокоординатных станков для обработки криволинейных зубьев конических и гипоидных передач / Л.И. Шейко // Точность технологических и транспортных систем: сб. ст. Междунар. науч.-техн. конф. Пенза: ПДНТП, 1998. С.119-120.

Шейко Леонид Иванович – доктор технических наук, профессор кафедры «Конструирование и компьютерное моделирование технологического оборудования в машино- и приборостроении» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Leonid I. Sheiko – Dr. Sc., Professor
Department of Design and Computer-Aided Modelling of Processing Equipment for Mechanical and Instrument Engineering
Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 25.10.11, принята к опубликованию 01.12.11

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

УДК 629.7

П.К. Плотников

О СОПОСТАВЛЕНИИ УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ И СВОЙСТВ КОРРЕКТИРУЕМОГО ГИРОКОМПАСА С АЛГОРИТМАМИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И СВОЙСТВАМИ ЕГО БЕСПЛАТФОРМЕННО-КОМПЬЮТЕРНОГО АНАЛОГА

Развивается подход построения конструктивно более простых, но алгоритмически более сложных, чем обычные с кардановыми подвесами, бесплатформенных инерциальных систем ориентации. В них функции ориентации и кардановых подвесов по сигналам закреплённых на борту объекта гироскопов и акселерометров выполняются в бортовых компьютерах. В качестве алгоритмов работы выбирают дифференциальные уравнения движения гировертикалей с радиальной коррекцией [4]. В других случаях – гиромаятниковых вертикалей и маятниковых гироскопов [5], не всегда обеспечивающих нужную динамику процесса выставки. В данной работе за основу берутся дифференциальные уравнения движения однороторных корректируемых (или с косвенным управлением) динамичных гироскопов в кардановых подвесах для построения алгоритмов работы бесплатформенного гироскопа. Показана аналогия свойств исходного корректируемого и аналитически построенного бесплатформенного гироскопа, что свидетельствует о перспективности его применения.

Гироскоп, ориентация, алгоритмы, бортовой компьютер, подвижный объект

P.K. Plotnikov

ON COMPARING THE EQUATIONS OF MOTION AND THE PROPERTIES OF THE CORRECTED GYRO OPERATION WITH ALGORITHMS AND PROPERTIES OF ITS COMPUTER STRAPDOWN COUNTERPART

The article presents an emerging approach for creating strapdown inertial orientation systems which are structurally more simple but algorithmically more complex than the typical systems with gimbals. The orientation and the gimbal functions by the signal coming from gyroscopes and accelerometers attached to the side of an object are performed by on-board computers. Gyrovertical differential equations of motion with a radial correction [4] are chosen for the algorithms. In other cases, the gyro vertical and pendular gyrocompasses [5] do not always provide the necessary dynamics of the exhibition. In this paper differential equations of motion of single-rotor (or indirectly controlled) dynamic gyrocompasses in gimbals are taken as the basis for the construction of algorithms for the strapdown gyrocompass performance. The article provides the analogy of the properties of the corrected and analytically constructed strapdown gyrocompass, which is an indication of its application perspectiveness.

Gyro, orientation, algorithms, on-board computer, a mobile object

1. Постановка задачи

Тенденцией развития инерциальной навигации является переход от платформенных к бесплатформенным инерциальным навигационным системам (БИНС), которые не имеют сложного карданова подвеса. Датчики первичной инерциальной информации (трехкомпонентный гироскопический измеритель угловой скорости (ТГИУС) с трехкомпонентным измерителем кажущегося ускорения (ТИКУ)) являются одинаковыми по составу, хотя в БИНС они имеют более широкие диапазоны измерений и более высокие точности. Использование их сигналов, функционирование системы, а также карданова подвеса и устройств коррекции в ней выполняют бортовые компьютеры (БК). Алгоритмы БИНС известны [1, 2] и др. Они являются общими, базируются на применении различных

разновидностей уравнений маятников Шулера. Для ряда применений систем достаточно использовать не полноразмерную БИНС, а усеченную, которая обеспечивает выдачу информации по отдельным параметрам движения подвижных объектов (ПО), например только по углам ориентации. Усеченная система в компьютерно-алгоритмическом плане проще БИНС и называется, в частности, бесплатформенной инерциальной системой ориентации (БИСО) [3]. Этот подход уже использован на практике [3, 4] и др., а также в теории [5]. В частности, при построении алгоритмов БИСО, в [4], за исходные приняты дифференциальные уравнения движения гировертикали с радиальной позиционно-интегральной коррекцией, в [5] – уравнение пространственного двухроторного гирогоризонткомпаса, а также гиromаятниковой одно- и двухроторной вертикали. В статье для формирования алгоритмов БК бесплатформенного гирокомпаса (БГК) используются дифференциальные уравнения движения однороторного гирокомпаса с косвенной инерциальной коррекцией (управлением) [6] или, что очень близко, корректируемого однороторного гирокомпаса [6, 7] (КГК). По виду алгоритмы функционирования БГК отличаются от уравнений движения КГК. В то же время ниже будет показано, что дифференциальные уравнения ошибок КГК и БГК близки по двум углам друг к другу, что свидетельствует о практической идентичности свойств сопоставляемых приборов, в первую очередь, о свойстве измерения угла курса с очень близкими по величине погрешностями.

2. Математическая модель БГК

При построении уравнений функционирования БГК за основу берутся функциональная схема (рис. 1), а также дифференциальные уравнения КГК для описания виртуального движения трехгранника \mathcal{F} , моделируемого в БК по аналогии с [4].

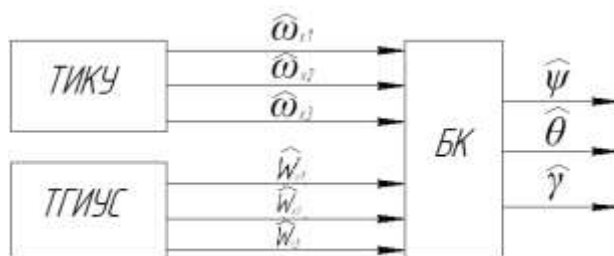


Рис.1. Функциональная схема БИСО

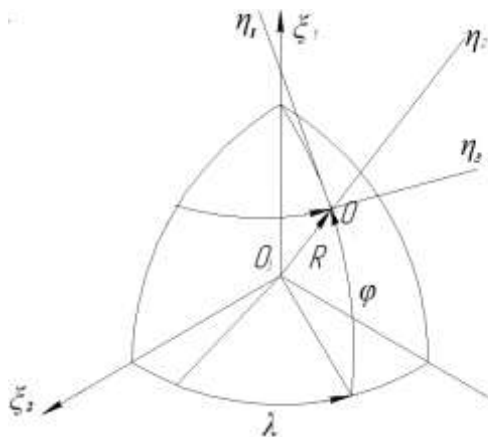


Рис.2. Опорная система координат

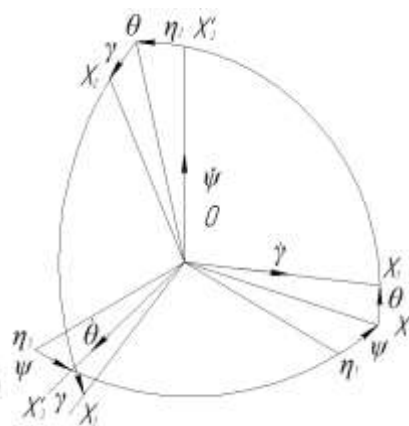


Рис.3. Схема поворотов СК, связанной с ПО

Вводятся в рассмотрение следующие правые ортогональные системы координат (рис. 2-4): ξ – инерциальная; η – сопровождающая географическая [1], ось O_{η_2} которой направлена по вертикали места, оси O_{η_1} и O_{η_3} лежат в плоскости горизонта; X – система координат (СК), связанная с ПО, причем ось OX_1 – продольная, OX_2 – нормальная, OX_3 – поперечная, направленная на правый борт. Точку O совмещаем с центром масс ПО; X' – система координат, поворачивающаяся относительно η на угол курса; ζ – географическая сопровождающая система координат; ψ, θ, γ – углы курса, тангажа и крена; $\hat{\psi}, \hat{\theta}, \hat{\gamma}$ – оценки этих углов на выходе БК; ω_{xi}, W_{xi} ($i = 1, 2, 3$) – компоненты абсолютных угловых скоростей ПО и кажущегося ускорения точки O ; $\hat{\omega}_{xi}, \hat{W}_{xi}$ ($i = 1, 2, 3$) – оценки этих параметров на выходах ТГИУС и ТИКУ.

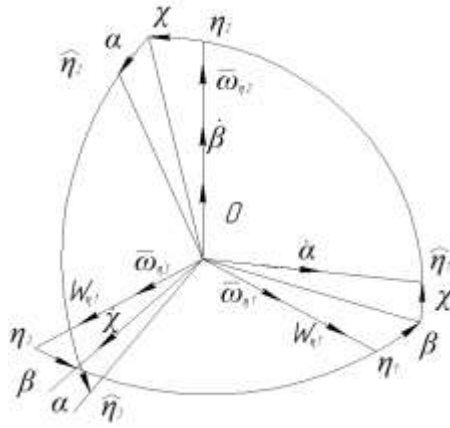


Рис. 4. Схема поворотов моделируемой в БК горизонтной системы координат

Здесь за положительный угол ψ принят угол, отсчитываемый против часовой стрелки. Для перехода к общепринятым обозначениям после решения следует у угла курса $\psi(\varphi)$ изменить знак на обратный; λ, φ – углы географической долготы и широты места; R – радиус Земли, принятой за сферу; O_3 – центр Земли; $\bar{\omega}_{\eta_i}, \bar{W}_{\eta_i}$ ($i=\overline{1,3}$) – компоненты переносной угловой скорости системы координат η и кажущегося ускорения точки O по ее осям OX_i ($i=\overline{1,3}$) соответственно.

Переносные угловые скорости трехгранника η в проекциях на его оси определяются по формулам:

$$\begin{aligned}\bar{\omega}_{\eta_1} &= \frac{V_{\eta_3}}{R} = U \cdot \cos \varphi + \frac{v_{\eta_3}}{R}; \\ \bar{\omega}_{\eta_2} &= U \sin \varphi + \frac{v_{\eta_3}}{R} \cdot \tan \varphi; \\ \bar{\omega}_{\eta_3} &= -\frac{V_{\eta_1}}{R} = -\frac{v_{\eta_1}}{R};\end{aligned}\quad (1)$$

Здесь V_{η_1}, V_{η_3} – компоненты абсолютной скорости точки O ПО по осям O_{η_1} и O_{η_3} соответственно; v_{η_1}, v_{η_3} – компоненты скорости движения ПО относительно Земли. В работе используются кинематические уравнения Эйлера. Для их вывода запишем следующие формулы для проекций абсолютной угловой скорости поворотов ПО на оси трехгранника η :

$$\begin{aligned}\omega_{\eta_1} &= \bar{\omega}_{\eta_1} + \dot{\theta} \cdot \sin \psi + \dot{\gamma} \cdot \cos \theta \cos \psi; \\ \omega_{\eta_2} &= \bar{\omega}_{\eta_2} + \dot{\psi} + \dot{\gamma} \cdot \sin \theta; \\ \omega_{\eta_3} &= \bar{\omega}_{\eta_3} + \dot{\theta} \cdot \cos \psi - \dot{\gamma} \cdot \cos \theta \sin \psi;\end{aligned}\quad (2)$$

Разрешив (2) относительно $\dot{\psi}, \dot{\theta}, \dot{\gamma}$, получим уравнения

$$\begin{aligned}\dot{\theta} &= (\omega_{\eta_1} - \bar{\omega}_{\eta_1}) \sin \psi + (\omega_{\eta_3} - \bar{\omega}_{\eta_3}) \cos \psi; \\ \dot{\gamma} &= [(\omega_{\eta_1} - \bar{\omega}_{\eta_1}) \cos \psi - (\omega_{\eta_3} - \bar{\omega}_{\eta_3}) \sin \psi] \cos^{-1} \theta; \\ \dot{\psi} &= [(\omega_{\eta_1} - \bar{\omega}_{\eta_1}) \cos \psi - (\omega_{\eta_3} - \bar{\omega}_{\eta_3}) \sin \psi] \tan \theta + \omega_{\eta_2} - \bar{\omega}_{\eta_2};\end{aligned}\quad (3)$$

В уравнения (3) вводим члены коррекции по оси OY_1 . Следуя методике, приведенной [4], по другим осям – члены горизонтальной и азимутальной позиционной коррекции по аналогии с [6, 7]. Тогда будем иметь следующие алгоритмы БГК:

$$\left. \begin{aligned}\dot{\theta} &= (\omega_{\eta_1} - \omega_{\eta_1}^k) \sin \varphi + (\omega_{\eta_3} - \omega_{\eta_3}^k) \cos \varphi; \\ \dot{\gamma} &= [(\omega_{\eta_1} - \omega_{\eta_1}^k) \cos \psi - (\omega_{\eta_3} - \omega_{\eta_3}^k) \sin \psi] \cos^{-1} \theta; \\ \dot{\psi} &= [(\omega_{\eta_1} - \omega_{\eta_1}^k) \cos \psi - (\omega_{\eta_3} - \omega_{\eta_3}^k) \sin \psi] \tan \theta + \omega_{\eta_2} + \omega_{\eta_2}^{\psi};\end{aligned}\right\} \quad (4)$$

$$\begin{aligned}\omega_{\eta 1}^k &= -k_\gamma \widehat{W}_{\eta 3} - \int_{-t_0}^t k_\gamma^I \widehat{W}_{\eta 3} d\tau - \omega_{\eta 1}^k(t_0) \\ \omega_{\eta 3}^k &= k_\theta \widehat{W}_{\eta 1} + \omega_{\eta 3}^{kc}; \\ \omega_{\eta 2}^\psi &= -k_\psi \widehat{W}_{\eta 1} + \omega_{\eta 2}^{\psi c};\end{aligned}\tag{5}$$

где $\widehat{\omega}_{\eta i}; \widehat{W}_{\eta i}$ ($i=1,2,3$) – оценки соответствующих переменных на выходах ТГИУС и ТИКУ; $\omega_{\eta}^k, \omega_{\eta 3}^k$ – угловые скорости коррекции от ТИКУ, вырабатываемые в БК; $\omega_{\eta 3}^{kc}, \omega_{\eta 2}^{\psi c}$ – члены внешней коррекции, формируемые в БК от датчиков скорости и широты от внешних систем [6, 7], за счет которых прибор назван корректируемым ГК; k_γ, \dots, k_ψ – коэффициенты передачи по соответствующим переменным.

При $\omega_{\eta 3}^{kc} = \omega_{\eta 2}^{\psi c} = 0$ прибор в кардановом подвесе называют ГК с косвенным управлением. Будем называть его компьютерный аналог бесплатформенным ГК с косвенной коррекцией (управлением). Задав начальные значения $\psi_0, \theta_0, \gamma_0$ и имея на выходе БК оценки углов ориентации, представим их в виде

$$\psi = \psi_0 + \Delta\psi; \theta = \theta_0 + \Delta\theta; \gamma = \gamma_0 + \Delta\gamma,\tag{6}$$

где ψ, θ, γ – истинные углы ориентации; $\Delta\psi, \Delta\theta, \Delta\gamma$ – их малые погрешности, отсчитываемые вокруг осей $O\eta_3, OX'_1, OX_1$. Для удобства обращения эти погрешности приводят, как в [6] к осям трехгранника \mathcal{F} , моделируемого в БК:

$$\begin{aligned}\alpha &= -\Delta\gamma \cos \psi \cos \theta - \Delta\theta \sin \psi \\ \beta &= -\Delta\psi - \Delta\gamma \sin \theta \\ \chi &= -\Delta\theta \cos \psi + \Delta\gamma \sin \psi \cos \theta\end{aligned}\tag{7}$$

3. Анализ свойств КГК и ББК.

В (7) сохранены члены, линейные относительно $\Delta\psi, \Delta\theta, \Delta\gamma$. По аналогам с [6] после преобразований получили уравнения ошибок БГК:

$$\begin{aligned}\dot{\alpha} &= -\bar{\omega}_{\eta 1} - \omega_{\eta 1}^k - \bar{\omega}_{\eta 2} \chi + \bar{\omega}_{\eta 3} \beta + \Delta\omega_{\eta 1} \\ \dot{\chi} &= -\bar{\omega}_{\eta 3} - \omega_{\eta 3}^k + \bar{\omega}_{\eta 2} \alpha - \bar{\omega}_{\eta 1} \beta + \Delta\omega_{\eta 2} \\ \dot{\beta} &= -\bar{\omega}_{\eta 2} - \omega_{\eta 2}^k - \bar{\omega}_{\eta 3} \alpha + \bar{\omega}_{\eta 1} \chi + \Delta\omega_{\eta 3}\end{aligned}\tag{8}$$

где $\Delta\omega_{\eta i}$ ($i=1,2,3$) – суммарные угловые скорости поворотов трехгранника \mathcal{F} относительно географического от погрешностей ТГИУС и ТИКУ, а также от угловых скоростей внешней коррекции. Не учитывая члены второго порядка малости, имея в виду, что [6]

$$\begin{aligned}W_{\eta 1} &= W_{\eta 1} + g\chi - W_{\eta 3}\beta + \Delta W_{\eta 1}; \\ \widehat{W}_{\eta 3} &= W_{\eta 3} + g\alpha - W_{\eta 1}\beta + \Delta W_{\eta 3},\end{aligned}$$

где $\Delta W_{\eta 1}, \Delta W_{\eta 3}$ – погрешности акселерометров, приведенные к первой и третьей осям трехгранника \mathcal{F} , будем иметь преобразованные по отношению к (8) уравнения:

$$\begin{aligned}\dot{\alpha} + k_\gamma g\alpha + k_\gamma^I g \int_{t_0}^t \alpha d\tau &= -\bar{\omega}_{\eta 1} - k_\gamma (g\chi - W_{\eta 3}\beta + \Delta W_{\eta 1}) + k_\gamma^I g \int_{t_0}^t (g\chi - W_{\eta 3}\beta + \Delta W_{\eta 1}) d\tau - \Delta\omega_{\eta 1}^* \\ \dot{\beta} - k_\psi g\chi - \bar{\omega}_{\eta 1} \chi &= -\bar{\omega}_{\eta 2} + k_\psi (\omega W_{\eta 1} + W_{\eta 3}\beta + \Delta W_{\eta 1}) - \Delta\omega_{\eta 2}^* \\ \dot{\chi} + k_\theta g\chi + \bar{\omega}_{\eta 1} \beta &= -\bar{\omega}_{\eta 3} - k_\theta W_{\eta 1} - k_\theta (W_{\eta 3}\beta + \Delta W_{\eta 1}) - \Delta\omega_{\eta 3}^*\end{aligned}\tag{10}$$

В (9) $\Delta W_{\eta i}$ ($i=1,2,3$) вошли с соответствующими коэффициентами в состав $\Delta\omega_{\eta i}^*$ ($i=1,2,3$). Левые части системы дифференциальных уравнений (10) совпадают с левыми частями уравнений (66) КГК в [6] с точностью до обозначений. Уравнение (9) описывает поведение трехгранника \mathcal{F} по углу α , т.е. процесс приведения его к плоскости горизонта с последующей стабилизацией. Оно практически не связано с двумя другими уравнениями (10). При этом условия уравнения (10) описывают поведение трехгранника \mathcal{F} по двум другим углам погрешностей (β, χ), где β – погрешность по углу курса, и

χ – погрешность по другому углу отклонения трехгранника \mathcal{K} от плоскости горизонта. Отметим, что дифференциальные уравнения движения (9) и (10) по углам ошибок получаются из алгоритмов (4), (5), (7) с учетом значений:

$$\psi=0=\chi=0; v_{\eta 1}=v_{\eta 3}=0.$$

После выкладок получили уравнения (9) и (10). Для оценки гирокомпасного эффекта по уравнениям (10) положим, что погрешности в ТГИУС и ТИКУ отсутствуют, т.е.

$$\Delta\omega_{\eta i}=\Delta W_{\eta i}=0 \quad (i=1,2,3).$$

Сведя систему уравнений к единственному по углу ошибки курса, получим

$$\ddot{\beta} + k_{\theta} g \dot{\beta} + \bar{\omega}_{\eta 1} (\bar{\omega}_{\eta 1} + k_{\psi} g) \beta = k_{\theta} g \bar{\omega}_{\eta 2} \quad (11)$$

Обозначив

$$2h = k_{\theta} g; \quad \Omega_0^2 = \bar{\omega}_{\eta 1} (\bar{\omega}_{\eta 1} + k_{\psi} g) = U \cos \varphi (U \cos \varphi + k_{\psi} g), \quad (12)$$

приведем его к стандартной форме

$$\ddot{\beta} + 2h \dot{\beta} + \Omega_0^2 \beta = k_{\theta} g U \sin \varphi$$

Для начальной выставки назначают величину частоты собственных колебаний порядка $\Omega_0 \approx 1 \text{ Гц} = 6,28 \text{ с}^{-1}$, а оптимальный показатель затухания

$$h = \frac{\sqrt{2}}{2} \Omega_0 \approx 0,707 \Omega_0 = 4,44 \text{ с}^{-1} \quad (13)$$

Решением уравнения для нулевых начальных условий будет формула

$$\beta = \frac{k_{\theta} g U \sin \varphi}{U \cos \varphi (U \cos \varphi + k_{\psi} g)} \cdot \left[1 - \frac{\Omega_0}{\Omega} e^{-ht} \sin(\Omega t + \lambda) \right]; \quad \Omega^2 = \Omega_0^2 - h^2; \quad tg \lambda = \frac{\Omega}{h}. \quad (14)$$

После затухания переходного процесса ($\tau_{\text{пер}} \approx 3/h = 0,676 \text{ с}$) имеет место статическая ошибка $\beta_{\text{ст}}$:

$$\beta_{\text{ст}} = \frac{k_{\theta} g U \sin \varphi}{U \cos \varphi (U \cos \varphi + k_{\psi} g)} \quad (15)$$

Для всех широт применения КГК $k_{\psi} g \gg U \cos \varphi$ и

$$\beta_{\text{ст}} \cong \tan \varphi \cdot k_{\theta} / k_{\psi} \quad (16)$$

Пример. Для определения k_{θ} , k_{ψ} из (12), (13) имеем

$$k_{\theta} g = 2h = \sqrt{2} \Omega_0 = \sqrt{2} \cdot \sqrt{U \cos \varphi (U \cos \varphi + k_{\psi} g)}$$

$$k_{\theta} = \frac{\sqrt{2}}{g} \cdot \sqrt{U \cos \varphi (U \cos \varphi + k_{\psi} g)}$$

При $\varphi = 45^\circ$ имеем $k_{\theta} = \frac{\sqrt{2}}{g} 6,28 = 1,41 \cdot 6,28 / 9,8 = 0,9 \text{ с/м}$;

$$k_{\psi} = \frac{(k_{\theta} g)^2}{2g \cos \varphi U \cos \varphi} = 0,77 \cdot 10^5, \text{ с/м}$$

Для ошибки по курсу имеем в процессе начальной выставки

$$\beta_{\text{ст}} \cong \frac{k_{\theta}}{k_{\psi}} = \frac{0,9}{0,77 \cdot 10^5} = 1,17 \cdot 10^{-5} \text{ рад}$$

Угол $\beta_{\text{ст}}$ при этом возрастает, но его можно учесть в алгоритмах работы. После проведения начальной выставки производят перенастройку параметров на частоту Шулера невозмущаемости к горизонтальным ускорениям ПО, которые возникают после начала его движения. При отсутствии внешней коррекции, т.е. при $\omega_{\eta 2}^{\text{вк}} = \omega_{\eta 3}^{\text{вк}} = 0$, условие настройки БГК с косвенным управлением на частоту Шулера по углам β и χ имеют вид формулы

$$h=0; \quad v = \sqrt{g/R} = \sqrt{\bar{\omega}_{\eta 1} (\bar{\omega}_{\eta 1} + k_{\psi} g)}; \quad v = 1,23 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1} \quad (17)$$

По углу α настройка на частоту Шулера производится в соответствии с формулами [4]:

$$k_{\gamma} = 0; \quad V = \sqrt{g/R} = \sqrt{k_{\gamma}^I g} \quad \text{или} \quad k_{\gamma}^I = 1/R \quad (18)$$

Условие $k_{\gamma} = 0$ – необходимое условие обеспечения свойства инвариантности БГК к действию $W_{\eta i} (i = 1,3)$. При выполнении этих условий горизонтальные ускорения ПО практически не влияют на точность БГК с косвенным управлением, как и в случае выполнения этих же условий в КГК. Нетрудно видеть, что аналогия уравнений ошибок БГК уравнениям ошибок КГК свидетельствует об анало-

гих свойств этих приборов как в статическом, так и в динамическом режимах, в том числе в процессе начальной выставки и при работе на движущемся ПО. Аналогичен во многом расчет параметров приборов, анализ влияния демпфирования и возмущений на поведение БГК и на его погрешности.

Достоинством БГК по отношению к КГК являются меньшие, примерно вдвое, вес и габариты, а также стоимость, большие возможности использования современной элементной базы, в первую очередь БК, и идеология построения системы. В заключение отметим, что при начальной выставке требуется малое время готовности БГК. Для обеспечения этого условия, как показано в примере, частота собственных колебаний Ω_0 делается выше на 1-3 порядка, чем частота Шулера, в зависимости от типа ПО за счет k_ψ, k_γ^I , а коэффициенты k_γ, k_θ подбираются из условия оптимальности для двух характеристических уравнений – одно для (9), а второе – для (10). В рабочем режиме обеспечиваются условия (11),(12) при $k_\psi = k_\theta = 0$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев В.Д. Теория инерциальной навигации. Автономные системы / В.Д. Андреев. М.: Наука, 1966. 579 с.
2. Бранец В.Н. Введение в теорию бесплатформенных инерциальных навигационных систем / В.Н. Бранец, И.П. Шмыглевский. М.: Наука, 1992. 280 с.
3. Ривкин С.С. Определение параметров ориентации юбъекта бесплатформенной инерциальной системой / С.С. Ривкин, З.М. Берман, И.М. Окон. СПб.: ЦНИИ «Электроприбор», 1996. 226 с.
4. Плотников П.К. Элементы теории работы одной разновидности бесплатформенных инерциальных систем ориентации / П.К. Плотников // Гироскопия и навигация. 1999. № 3. С. 23-35.
5. Челноков Ю.М. Определение местоположения и ориентации подвижных объектов по показаниям чувствительных элементов БИНС посредством решения на бортовом вычислителе кватернионных уравнений движения гироскопических систем / Ю.Н. Челноков // Изв. РАН. Механика твердого тела. 1991. №4. С. 3-12.
6. Одинцов А.А. Теория и расчет гироскопических приборов / А.А. Одинцов. Киев: Вища школа, 1985. 392 с.
7. Кошляков В.Н. Теория гироскопических компасов / В.Н. Кошляков. Наука. 1972. 344 с.
8. Ишлинский А.Ю. Механика гироскопических систем / А.Ю. Ишлинский. М.: АН СССР. 483 с.
9. Меркин Д.Р. Гироскопические системы / Д.Р. Меркин. М.: Наука, 1974. 344 с.

Плотников Петр Колестратович –
доктор технических наук, профессор
кафедры «Приборостроение»
Саратовского государственного технического
университета имени Гагарина Ю.А.

Petr K. Plotnikov –
Dr. Sc., Professor
Department: Instrumentation,
Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 15.11.2011, принята к опубликованию 01.12.11

ЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

УДК 536.3:621.1.016

О.Ю. Кулешов, В.М. Седелкин

КОРРЕКЦИОННЫЙ ЗОНАЛЬНЫЙ МЕТОД РАСЧЁТА РАДИАЦИОННОГО И СЛОЖНОГО ТЕПЛООБМЕНА В ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ УСТАНОВКАХ

Предложен новый подход к расчёту радиационного и сложного теплообмена в высокотемпературных установках – коррекционный зональный метод, который предусматривает однократное вычисление базовых оптико-геометрических характеристик излучения (ОГХИ) для зональной геометрической модели установки с последующей коррекцией ОГХИ при изменении оптических свойств зональной системы в ходе итерационного решения тепловой задачи или при переходе к другим тепловым режимам работы установки.

Высокотемпературные установки, радиационный и сложный теплообмен, зональный метод, оптико-геометрические характеристики излучения

O.Yu. Kuleshov, V.M. Sedelkin

CORRECTION ZONE-BASED METHOD FOR CALCULATION OF RADIATIVE AND COMPLEX HEAT TRANSFER IN HIGH-TEMPERATURE UNITS

The article deals with a new correction zone-based method for calculating radiative and complex heat transfer in high-temperature units. The method uses single calculation of the basic optic-and-geometric characteristics of radiation (OGCh) for the zonal geometric model of a unit followed by the OGCh correction in case of variation of optic properties of the zonal system during the iterative solution process of the heat problem or when considering other heat regimes of the unit operation.

High-temperature units, radiative and complex heat transfer, zoning method, optic-geometric characteristics of radiation

Наиболее эффективным и физически обоснованным для решения прикладных задач радиационного и сложного теплообмена в высокотемпературных установках, таких как топочные камеры печей и котлов, является зональный метод в сочетании с методами имитационного моделирования излучения (приложение метода Монте-Карло), который сочетает в себе преимущества высокой (принципиально неограниченной) точности расчёта радиационного теплообмена и универсальности применения.

Однако современный зональный метод [1, 2] обладает довольно сложной вычислительной схемой и большим набором исходных геометрических параметров, что связано с определением оптико-геометрических характеристик излучения (ОГХИ) в сложных пространственных многозонных системах. Это затрудняет инженерное использование метода.

В ранних работах Х.С. Хоттеля [3] для аппроксимации интегральных излучательной и поглощательной способностей газообразных продуктов сгорания была использована псевдоспектральная модель взвешенной суммы серых газов с постоянными коэффициентами поглощения, которая позволяла в зональных расчётах обойтись без многократного вычисления ОГХИ при изменении оптических свойств системы путём выбора соответствующих весовых множителей для независимых ОГХИ «серых газов». Это делало зональный метод Х.С. Хоттеля весьма экономичным. Однако он имел принципиальные недостатки, связанные с учётом реального спектрального состава излучения.

Современный зональный метод (во всех его вариантах) использует спектральные модели прямоугольных полос, привязанные к реальному спектру излучения продуктов сгорания. Такой подход предполагает прямую зависимость ОГХИ от оптических свойств системы (т.е. опосредованно от температурного и концентрационного полей), а следовательно, предполагает и многократное вычисление ОГХИ в процессе итерационного решения нелинейной тепловой задачи.

В данной работе предложен новый подход – коррекционный зональный метод, который предусматривает однократное вычисление базовых ОГХИ для рассматриваемой зональной геометрической модели установки для какого-либо вероятного (в первом приближении) распределения температурного и концентрационного полей с последующим уточнением (коррекцией) ОГХИ при изменении оптических свойств зональной системы в ходе итерационного процесса решения тепловой задачи или при переходе к другим тепловым режимам работы установки. Это существенно упрощает расчётную схему зонального метода и его инженерное применение для исследования тепловых режимов работы высокотемпературных установок.

Зональный метод расчёта сложного теплообмена в высокотемпературных установках основан на разбиении расчётной области на однородные объёмные и поверхностные зоны (в соответствии с особенностями теплообменных процессов в рабочей камере) и записи системы нелинейных алгебраических уравнений зональных тепловых балансов, коэффициенты в которых точно учитывают эффекты теплопереноса, поскольку они определяются на основе современных методов анализа соответствующих процессов теплообмена. Приведённая к общему виду система зональных уравнений записывается следующим образом [2]:

$$\sum_{i=1}^N P_{ij} T_i^4 + \sum_{i=1}^M \Omega_{ij} T_i + C_j = 0, \quad j = 1, 2, \dots, N; \quad (1)$$

где N – число действительных зон в расчётной области; M – число зон, непосредственно контактирующих с j -й зоной; T_i – абсолютная температура i -й зоны; P_{ij} – коэффициенты радиационного обмена между зонами i и j ; Ω_{ij} – коэффициенты конвективно-турбулентного обмена между контактирующими объёмными или объёмной и поверхностной зонами i и j расчётной области; $C_j = f(Q_j)$ – свободный член уравнения, включающий внутренний тепловой источник для объёмной зоны j или внешний тепловой поток для поверхностной зоны j ; i, j – зоны источник и приёмник теплоты соответственно.

Уравнения системы (1) учитывают радиационно-конвективный (сложный) теплообмен в рабочей камере установки, однако традиционно особое внимание в зональных методах уделяется лучистой составляющей теплообмена, выражаемой первым членом уравнений (1).

Коэффициенты радиационного обмена P_{ij} рассчитываются на основе разрешающих обобщённых угловых коэффициентов излучения (РОУК) $\Psi_{ij,k}$, которые вычисляются с использованием модели прямоугольных полос спектра излучения продуктов сгорания

$$P_{ij} = \begin{cases} 4V_i \sigma_0 \sum_{k=0}^Z b_{i,k} \chi_{i,k} K_{\varepsilon i,k} \Psi_{ij,k}^*, & i \in [1, N']; \\ \varepsilon_i F_i \sigma_0 \sum_{k=0}^Z b_{i,k} \Psi_{ij,k}^*, & i \in (N', N); \end{cases} \quad (2)$$

где N' – число объёмных зон в расчётной области; $(N-N')$ – число поверхностных зон в расчётной области; F_i – площадь поверхностной зоны; V_i – объём газовой зоны; σ_0 – постоянная Стефана-Больцмана; Z – число рассматриваемых полос спектра излучения газов; $b_{i,k}$ – доля излучения абсолютно чёрного тела в k -й полосе спектра при температуре i -й зоны; $\chi_{i,k}$ – коэффициент поглощения газов в k -й полосе спектра для i -й зоны; $K_{\varepsilon i,k}$ – поправка на нелинейность степени черноты i -й объёмной (газовой) зоны в k -й полосе спектра излучения [2]; ε_i – степень черноты i -й поверхностной зоны – источника излучения; $\Psi_{ij,k}^*$ – приведённые РОУК между зонами i и j в k -й полосе спектра, $\Psi_{ij,k}^* = \Psi_{ij,k}$ при $j \in [1, N']$, $\Psi_{ij,k}^* = \varepsilon_j \Psi_{ij,k}$ при $j \in (N', N)$; ε_j – степень черноты j -й поверхностной зоны – приёмника излучения.

При расчете ОГХИ используется резольвентный зональный подход, когда РОУК вычисляются на основе первичных обобщённых угловых коэффициентов (ОУК) [1, 2].

Матрицы ОУК $(\psi_{ij})_k$, $i, j = [1, N]$, $k = [0, Z]$ в общем случае рассчитываются численным методом статистических испытаний (Монте-Карло) в многозональной излучающей и поглощающей системе без учёта отражения и рассеяния излучения. Реализация метода имитационного моделирования излучения с целью определения матриц ОУК очень трудоёмка и составляет основную часть всех зональных расчётов.

РОУК $\Psi_{ij,k}$ между зонами i и j в k -й полосе спектра дополнительно учитывают многократное диффузное отражение и изотропную составляющую рассеяния излучения в расчётной области и определяются на базе матриц ОУК $(\psi_{ij})_k$ путём решения системы линейных алгебраических уравнений баланса лучистой энергии в замкнутой геометрической системе.

Общая тепловая задача, задаваемая системой уравнений (1), является нелинейной. Параметры задачи (1) зависят от её решения, в том числе и ОГХИ – через температурное и концентрационное поля, определяющие оптические свойства среды. Все расчётные процедуры включены в главный итерационный процесс решения нелинейной тепловой задачи (сплошные линии на рисунке). Анализ алгоритма зонального метода показывает, что ОУК являются первичными и наиболее трудоёмкими ОГХИ в зональных расчётах. Поэтому для радикального упрощения расчётной схемы и уменьшения вычислительных затрат зонального метода в целом необходимо устранить зависимость ОУК от решения тепловой задачи и таким образом вынести процедуру расчёта ОУК из главного итерационного процесса. Это достигается коррекцией ранее вычисленных базовых ОУК (пунктирная линия на рисунке) путём внесения поправок на изменение оптических свойств среды.

Пусть имеются матрицы базовых ОУК $(\psi_{ij}^0)_k, i = j = [1, N], k = [1, Z]$ для определённой расчётной области (зональной геометрической модели) рабочей камеры установки, вычисленные для базового режима её работы. Матрицы базовых ОУК рассчитаны при заданном (базовом) распределении поглотительных свойств среды в зональной расчётной области в каком-либо вероятном приближении.

Базовым тепловым режимом будем считать один из возможных режимов работы установки, при котором достигается наименьшая оптическая плотность среды (например, при сжигании природного газа без образования сажи). Это даёт возможность более полно определить ОУК в зональной расчётной области.

Матрицы базовых ОУК в полосах спектра излучения можно рассматривать как исходные данные для дальнейших тепловых расчётов с использованием данной зонально-геометрической модели установки.

Для вывода выражений коррекции базовых ОУК рассмотрим соотношения, связывающие их с геометрическими угловыми коэффициентами, независимыми от оптических свойств среды:

– для поверхностной зоны-приёмника излучения

$$\Psi_{ij,k} = \varphi_{ij} D_{ij,k} \quad \text{или} \quad \varphi_{ij} = \frac{\Psi_{ij,k}}{D_{ij,k}}; \quad (3)$$

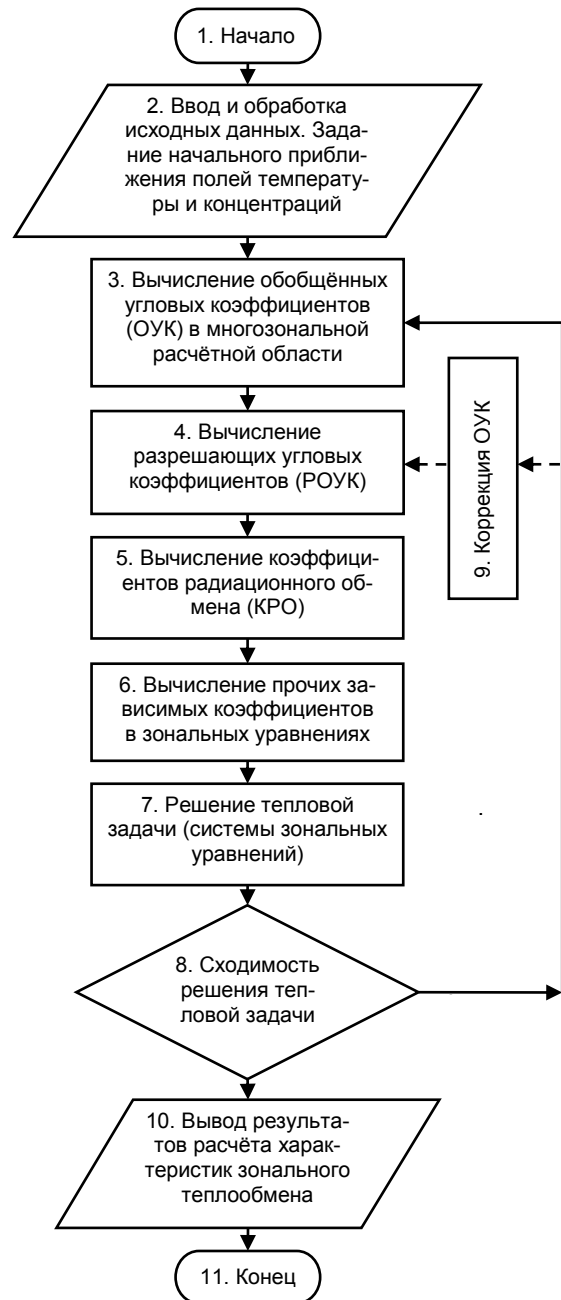
– для объёмной зоны-приёмника излучения

$$\Psi_{ij,k} = \varphi_{ij} D_{ij,k} \varepsilon_{j,k} \quad \text{или} \quad \varphi_{ij} = \frac{\Psi_{ij,k}}{D_{ij,k} \varepsilon_{j,k}}; \quad (4)$$

где φ_{ij} – геометрический угловой коэффициент излучения – доля энергии, излучаемой зоной i , которая попадает на поверхность зоны j (поверхностной или объёмной), при этом разделяющая среда считается прозрачной; $D_{ij,k}$ – среднегеометрическая пропускательная способность среды между зонами i и j ; $\varepsilon_{j,k}$ – направленная степень черноты объёмной зоны-приёмника j . Нижний индекс k указывает на принадлежность физической величины к определённой k -й полосе модели спектра излучения.

При изменении оптических свойств среды в зональной расчётной области относительно базового режима геометрические угловые коэффициенты остаются постоянными, т.е. $\varphi_{ij} = \text{const}$. Поэтому с учётом выражений (3) и (4) можно записать отношение ОУК для базового (нулевого) режима $\psi_{ij,k}^0$ и другого режима, отличного от нулевого $\psi_{ij,k}$:

– для поверхностной зоны-приёмника излучения



Блок-схема расчётного алгоритма зонального метода

$$\frac{\Psi_{ij,k}^0}{D_{ij,k}^0} = \frac{\Psi_{ij,k}}{D_{ij,k}} \text{ или } \Psi_{ij,k} = \Psi_{ij,k}^0 \frac{D_{ij,k}}{D_{ij,k}^0}; \quad (5)$$

– для объёмной зоны-приёмника излучения

$$\frac{\Psi_{ij,k}^0}{D_{ij,k}^0 \varepsilon_{j,k}^0} = \frac{\Psi_{ij,k}}{D_{ij,k} \varepsilon_{j,k}} \text{ или } \Psi_{ij,k} = \Psi_{ij,k}^0 \frac{D_{ij,k}}{D_{ij,k}^0} \times \frac{\varepsilon_{j,k}}{\varepsilon_{j,k}^0}, \quad (6)$$

где верхний индекс 0 означает величины, взятые для базового режима.

Для компактных зон (линейные размеры которых соизмеримы между собой) в соответствии с зональным подходом имеем

$$\varepsilon_{j,k} = \frac{4V_j}{F_j} \chi_{j,k} K_{\varepsilon_{j,k}}, \quad (7)$$

где $\chi = \chi_r + \chi_{ch}$ – коэффициент поглощения среды; χ_r и χ_{ch} – коэффициенты поглощения газа и дисперсных частиц (на этом этапе рассеяние излучения в объёмной зоне также рассматривается как поглощение); V_j и F_j – объём и площадь ограничивающей поверхности объёмной зоны.

Среднегеометрическая пропускательная способность среды между зонами i и j описывается интегральным выражением

$$D_{ij,k} = \exp\left(-\int_{L_{ij}} \chi_k dl\right), \quad (8)$$

где l – переменная интегрирования; L_{ij} – среднегеометрическое оптическое расстояние между зонами i и j , которое определяется усреднением длин пути лучей, исходящих из зоны i и попадающих в зону j при имитационном моделировании излучения.

Приближённо для компактных зон величину L_{ij} можно принять равной расстоянию между геометрическими центрами рассматриваемых объёмных и поверхностных зон, тем более что в расчётных формулах для пересчёта ОУК (5), (6) стоит отношение пропускательных способностей вдоль одного и того же пути излучения L_{ij} и это нивелирует некоторую погрешность определения величины L_{ij} .

Используя ступенчатую аппроксимацию χ по всем пересекаемым объёмным зонам n на отрезке L_{ij} , интегральное выражение (8) заменим алгебраическим выражением:

$$D_{ij,z} = \exp\left(-\sum_n \chi_{n,k} l_n\right),$$

$$\frac{D_{ij,k}}{D_{ij,k}^0} = \exp\left\{-\sum_n (\chi_{n,k}^0 - \chi_{n,k}) \times l_n\right\}, \quad (9)$$

где нижний индекс n указывает на принадлежность физической величины к определённой зоне на отрезке L_{ij} .

Вычисление новых матриц ОУК $(\Psi_{ij})_k$ проводится на основе базовых матриц $(\Psi_{ij}^0)_k$ по формулам (5)-(7), (9).

Для расчёта по формуле (9) необходимо знание всего пути излучения вдоль отрезков L_{ij} , включая последовательность номеров пересекаемых зон и длин пути излучения в них. Перечисленные дополнительные характеристики являются чисто геометрическими и вычисляются один раз для данной зональной геометрической модели установки.

При коррекции ОУК должны сохраняться геометрические свойства лучистых потоков:

1) Свойство замыкаемости. В связи с некоторой погрешностью метода необходимо введение поправочных множителей в виде

$$a_{i,k} \sum_{j=1}^N \Psi_{ij,k} = 1, \quad i = [1, N], k = [1, Z],$$

тогда с учётом поправки запишем приведённые ОУК

$$\Psi_{ij,k}^* = a_{i,k} \times \Psi_{ij,k}, \quad (10)$$

2) Свойство затеняемости. Когда на пути излучения между зонами i и j находится непрозрачное тело, то $\Psi_{ij,k}^0 = 0$. Следовательно, и после коррекции должно сохраниться $\Psi_{ij,k}^* = 0$.

Апробация коррекционного метода расчёта на примере промышленных топливных печей показала его высокую точность при вычислении характеристик радиационного и сложного теплообмена. Так, по сравнению с обычным зональным методом [2] погрешность вычисления ОУК излучения не превышает 5%, расхождение значений температуры незначительно, а максимальное расхождение значений результирующих тепловых потоков составляет те же 5%.

Таким образом, создан новый коррекционный зональный метод расчёта радиационного и сложного теплообмена в высокотемпературных установках, таких как топки печей и котлов, обладающий более простой и эффективной расчётной схемой. Данная расчётная схема существенно упрощает инженерное применение зонального метода. Появляется возможность создания базы данных по ОГХИ зональных геометрических моделей рабочих камер типовых установок, которая поддерживала бы инженерное использование зонального метода для широкого параметрического исследования теплообмена в них, в том числе сопряжённого [4], с целью совершенствования тепловых режимов работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Блох А.Г. Теплообмен излучением / А.Г. Блох, Ю.А. Журавлёв, Л.Н. Рыжков. М: Энергоатомиздат, 1991. 432 с.
2. Кулешов О.Ю. Математическое моделирование сложного теплообмена в огнетехнических установках газовой и нефтехимической промышленности.: дис. ... канд. техн. наук: 05.14.04: защищена 27.06.96: утв. 11.10.96 / О.Ю. Кулешов. Саратов, 1996. 197 с.
3. Hottel H.C. Radiative transfer / H.C. Hottel, A.F. Sarofim. N.Y.: McGraw-Hill Book Company, 1967. 519 с.
4. Кулешов О.Ю. Методика расчёта сопряжённого теплообмена в технологических трубчатых печах в рамках зонального подхода / О.Ю. Кулешов, В.М. Седелкин // Известия вузов. Проблемы энергетики. 2011. №5-6. С. 47-54.

Кулешов Олег Юрьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Машины, аппараты пищевых производств и теплотехника» Энгельсского технологического института (филиала) Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Oleg Yu. Kuleshov – PhD, Associate Professor Department of Machinery, Food Industry Facilities and Heat Engineering Engels Institute of Technology – Branch of Gagarin Saratov State Technical University

Седелкин Валентин Михайлович – доктор технических наук, профессор кафедры «Машины, аппараты пищевых производств и теплотехника» Энгельсского технологического института (филиала) Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Valentin M. Sedelkin – Dr. Sc., Professor Department of Machinery, Food Industry Facilities and Heat Engineering Engels Institute of Technology – Branch of Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 25.10.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 536.3:664.655.041

О.Ю. Кулешов, В.М. Седелкин

АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК СЛОЖНОГО ТЕПЛООБМЕНА В ПРОМЫШЛЕННЫХ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ПЕЧАХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОНСТРУКТИВНЫХ И РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ

Проведено расчётное исследование режимов сложного теплообмена в технологических камерах промышленных конвейерных хлебопекарных печей с целью выявления вклада различных элементов излучающей системы (теплоотдающей поверхности дымогарного канала, боковых стен, парогазовой среды) в результирующий теплообмен в зависимости от конструктивных и определяющих режимных параметров. Даны практические рекомендации по улучшению энергоиспользования. Для математического моделирования тепловых процессов применён зональный метод расчёта сложного теплообмена.

Хлебопекарные печи, технологическая камера, сложный теплообмен, зональный метод расчёта, тепловые режимы, улучшение энергоиспользования

O.Yu. Kuleshov, V.M. Sedelkin

ANALYSIS OF RADIATIVE-CONVECTIVE HEAT TRANSFER CHARACTERISTICS IN INDUSTRIAL BREAD-BAKING FURNACES DEPENDING ON THE CONSTRUCTION AND REGIME PARAMETERS

Calculations are made for the regimes of complex heat transfer in technological chambers of industrial assembly-line bread-baking furnaces depending on the construction and regime parameters. The calculations reveal the contribution of different elements of the radiating system (heat-release surface of flue, lateral walls, gas-vapor atmosphere) into the resulting heat transfer. Practical recommendations referring improvement of power consumption are given. The zoning method of calculation of complex heat transfer is used for mathematical simulation of heat processes.

Bread-baking furnaces, technological chamber, radiative-convective heat transfer, calculation zoning method, heat regimes, power efficiency

Предприятия хлебопекарной промышленности являются крупными потребителями топлива и электроэнергии. В нашей стране на выработку хлеба расходуется около 2 млн. т условного топлива в год, при этом основную часть топлива потребляют хлебопекарные печи. Поэтому исследование и совершенствование тепловой работы этих печей является актуальной задачей промышленной теплоэнергетики.

Промышленные конвейерные хлебопекарные печи являются агрегатами непрерывного действия с радиационно-конвективным (РК) теплообменом в технологической камере, при этом лучистая составляющая теплообмена в 2-3,5 раза больше конвективной составляющей ввиду слабо развитой газовой динамики.

Обогрев технологической камеры осуществляется дымогарными каналами (в виде плоских или трубчатых поверхностей теплообмена) или ТЭНами, расположенными сверху и снизу рабочей ветви конвейера. Температура теплопередающих поверхностей 300-400°C. В настоящее время наибольшее применение находят печи с канальным обогревом.

Технологические камеры современных промышленных конвейерных хлебопекарных печей разделены на относительно независимые секции канального типа с конвейерным подом с высотой надконвейерного пространства 300-500 мм, шириной порядка 2000 мм и длиной, значительно превосходящей поперечные размеры. Объём технологической камеры заполнен парогазовой средой с температурой в основной рабочей зоне 200-250°C и высокой относительной влажностью 60-70%. При этих условиях парогазовая среда может оказывать существенное влияние на лучистый теплообмен, поглощая и излучая энергию, т.е. в технологической камере имеет место сложный теплообмен.

Величина вклада различных элементов излучающей системы (теплоотдающей поверхности дымогарных каналов, боковых стен, парогазовой среды) в результирующий теплообмен зависит от конструктивных характеристик и определяющих режимных параметров технологической камеры. Без оценки составляющих результирующего теплообмена невозможно совершенствование тепловой работы печей. Поэтому нами проведен анализ характеристик сложного теплообмена в технологических камерах

хлебопекарных печей в зависимости от конструктивных характеристик и определяющих режимных параметров, характерных для их основной рабочей зоны. Для математического моделирования тепловых процессов применён зональный метод расчёта сложного теплообмена в хлебопекарных печах [1].

Рассмотрим поперечное сечение технологической камеры печи в простейшем случае расположения плоской теплоотдающей поверхности дымогарного канала над тепловоспринимающей поверхностью конвейерного пода (рис. 1) с размерами: b – ширина; h – высота технологической камеры. Ввиду большой длины технологической камеры и плавного изменения режимных параметров в этом направлении, решается двухмерная задача радиационного переноса, при этом глубина расчётной области принимается бесконечной. Несмотря на простоту расчётного случая, он позволяет выявить общие закономерности сложного теплообме-

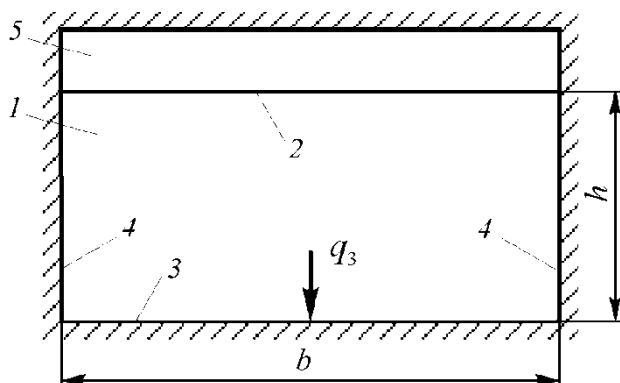


Рис. 1. Поперечное сечение технологической камеры печи:

- 1 – объём технологической камеры;
- 2 – теплопередающая поверхность;
- 3 – тепловоспринимающая поверхность;
- 4 – боковые поверхности; 5 – дымогарный канал

на, присущие длинным плоским технологическим камерам промышленных конвейерных хлебопекарных печей.

Если принять, что расчётная область (рис. 1) состоит из 4 зон: объёмной (газовой) зоны (зона 1) и поверхностных зон – теплоотдающей поверхности (зона 2), тепловоспринимающей поверхности (зона 3), боковых стен (зона 4), то в соответствии с зональным методом [1] выражение для плотности теплового потока к тепловоспринимающей поверхности конвейерного пода запишется в виде

$$q_3 = \frac{1}{F_3} \sum_{i=1}^N P_{ij} T_i^4 + \alpha_k (T_1 - T_3) \quad (1)$$

где $N = 4$ – общее число зон в расчётной области; T_i – абсолютная температура i -й зоны; P_{ij} – коэффициент радиационного обмена между зонами i и j ; α_k – коэффициент конвективной теплоотдачи между средой технологической камеры (зона 1) и тепловоспринимающей поверхностью (зона 3); $F_2 = F_3$ – площадь плоскопараллельных поверхностей теплообмена, при решении двухмерной тепловой задачи глубина расчётной области принимается единичной и $F_3 = b$; обозначения зон i и j соответствуют зоне-источнику и зоне-приёмнику энергии.

Коэффициенты радиационного обмена P_{ij} вычисляются на базе разрешающих обобщённых угловых коэффициентов (РОУК) в полосах спектра излучения парогазовой среды:

$$P_{ij} = \begin{cases} 4V_i \sigma_0 \sum_{k=0}^K b_{i,k} \chi_{i,k} \Psi_{ij,k}^*, & i = [1, N']; \\ \varepsilon_i F_i \sigma_0 \sum_{k=0}^K b_{i,k} \Psi_{ij,k}^*, & i =]N', N]; \end{cases} \quad (2)$$

$$\Psi_{ij,k}^* = \begin{cases} \Psi_{ij,k}, & j = [1, N'], \\ \varepsilon_j \Psi_{ij,k}, & j =]N', N]. \end{cases} \quad (3)$$

где $N' = 1$ – число объёмных (газовых) зон в расчётной области; $(N - N') = 3$ – число поверхностных зон в расчётной области; F_i – площадь i -й поверхностной зоны; V_i – объём газовой зоны; σ_0 – постоянная Стефана-Больцмана; K – число полос в квазисерой модели спектра излучения водяного пара [2], являющегося основным оптически активным компонентом среды технологической камеры; $b_{i,k}$ – доля излучения абсолютно чёрного тела в k -й полосе спектра при температуре i -й зоны; $\chi_{i,k}$ – коэффициент поглощения водяного пара в k -й полосе спектра при температуре и парциальном давлении в i -й зоне; $\Psi_{ij,k}$ – РОУК между зонами i и j в k -й полосе спектра.

Радиационный перенос в зональной излучающей и поглощающей системе рассматривается в рамках методологии резольвентного зонального метода, когда оптико-геометрические характеристики излучения разделяются и вычисляются в два этапа [2]. Конечные коэффициенты РОУК учитывают многократное отражение излучения в расчётной области и определяются на основе обобщённых угловых коэффициентов (ОУК) путём решения системы уравнений баланса лучистых потоков для зон рассматриваемой области. Начальные коэффициенты ОУК в общем случае определяются путём статистического моделирования излучения в зональной поглощающей системе [1, 2].

Коэффициент конвективной теплоотдачи α_k к тепловоспринимающей поверхности конвейерного пода, заполненного выпекаемыми изделиями, определяется по эмпирическим зависимостям [3].

При проведении расчётного исследования варьируемым параметром являлась относительная высота технологической камеры h/b (рис. 1), поскольку именно этот параметр определяет соотношение величин радиационных тепловых потоков от элементов излучающей системы: теплоотдающей поверхности, боковых стен и парогазовой среды. Величину h/b варьировали так, чтобы охватить возможный диапазон изменения этого параметра в хлебопекарных печах. Высота технологической камеры h изменялась от 100 до 600 мм. Ширину принимали равной 2000 мм. Таким образом, диапазон изменения $h/b = [0,05; 0,30]$.

Определяющие режимные параметры в основной рабочей зоне технологической камеры изменяются в достаточно узком диапазоне и зависят, главным образом, от вида выпекаемого изделия. Для исследования были выбраны значения определяющих режимных параметров, характерные для основной рабочей зоны технологической камеры при выпечке формового пшеничного хлеба. Значения параметров приведены в таблице.

Степени черноты теплоотдающей поверхности и боковых стен принимались равными $\varepsilon_2 = \varepsilon_4 = 0,8$. Эффективная степень черноты тепловоспринимающей поверхности конвейерного пода рассчитывалась с учётом плотности укладки выпекаемых изделий. Для формовых изделий эффективная степень черноты тепловоспринимающей поверхности $\varepsilon_3 = 0,83$.

Конвективная теплоотдача играет небольшую роль в результирующем теплообмене. Величина коэффициента α_k принималась по данным [3].

Определяющие режимные параметры в основной рабочей зоне технологической камеры

Параметр	Обозначение	Размерность	Величина
Температура теплоотдающей поверхности	t_2	°С	300
Температура тепловоспринимающей поверхности	t_3	°С	100
Температура боковых поверхностей	t_4	°С	270
Температура внутренней парогазовой среды	t_1	°С	250
Относительная влажность среды	φ	%	70
Парциальное давление пара*	p_n	МПа	0,07
Коэффициент конвективной теплоотдачи к тепловоспринимающей поверхности	α_k	Вт/(м ² К)	5

*Парциальное давление пара при $t \geq 100^\circ\text{C}$ рассчитывается по формуле $p_n = \varphi \times B$, где $B \approx 0,1$ МПа – барометрическое давление.

Результаты расчётов составляющих результирующего теплового потока к тепловоспринимающей поверхности в зависимости от параметра h/b в графической форме представлены на рис. 2.

Анализ результатов расчёта показывает, что с увеличением параметра h/b (относительной высоты технологической камеры) происходит значительное уменьшение поглощённого лучистого теплового потока от теплоотдающей поверхности дымогарного канала (в 1,7 раза в рассматриваемом диапазоне h/b) как за счёт роста поглощения энергии парогазовой средой, так и за счёт уменьшения геометрического углового коэффициента с теплоотдающей поверхности на тепловоспринимающую поверхность. В рассматриваемом диапазоне h/b геометрический угловой коэффициент уменьшается от 0,951 до 0,744.

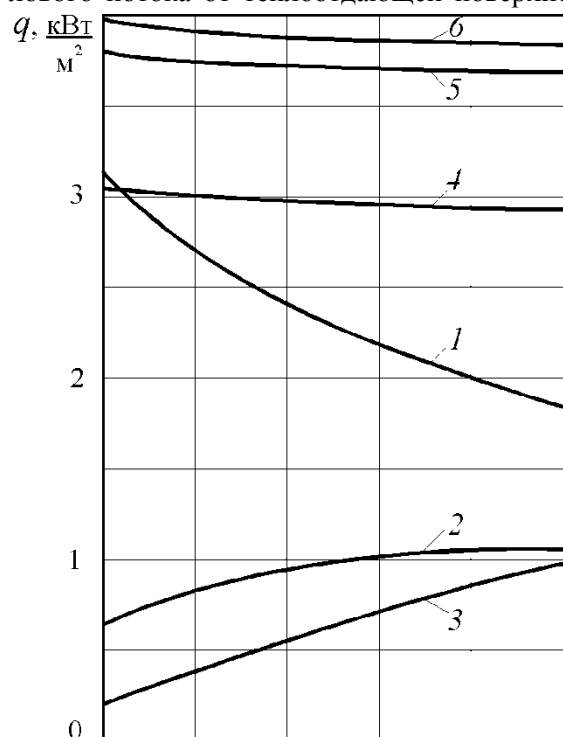


Рис. 2. Составляющие удельного теплового потока к тепловоспринимающей поверхности: 1, 2, 3, 6 – потоки поглощённого излучения соответственно от теплоотдающей поверхности, от парогазовой среды, от боковых стен, суммарный; 4 – суммарный поток результирующего излучения; 5 – РК тепловой поток

В то же время происходит рост величины лучистых тепловых потоков от парогазовой среды и боковых стен на тепловоспринимающую поверхность технологической камеры.

Росту лучистого теплового потока от внутренней среды технологической камеры способствует увеличение толщины парогазового слоя, а следовательно, его степени черноты. Однако угловой коэффициент излучения на тепловоспринимающую поверхность при этом уменьшается, что способствует замедлению роста, особенно при больших значениях параметра h/b . В рассматриваемом диапазоне h/b степень черноты плоского слоя среды с эффективной толщиной $l = 1,8 h = 360 \dots 1080$ мм увеличивается от 0,19 до 0,60, а соответствующая доля в суммарном поглощённом лучистом тепловом потоке возрастает с 16 до 27%.

С ростом h/b возрастает площадь поверхности боковых стен технологической камеры. Боковые стены имеют достаточно высокую температуру за счёт интенсивного нагрева излучением от теплоотдающей поверхности дымогарного канала. Поглощённый лучистый тепловой поток от боковых стен на тепловоспринимающую поверхность в рассматриваемом диапазоне h/b возрастает практически линейно и его доля увеличивается с 5 до 26%.

Суммарный поток теплового излучения (поглощённого, а также результирующего) от всех элементов системы к тепловоспринимающей поверхности мало изменяется с увеличением параметра h/b несмотря на существенное изменение соотношения его составляющих.

Таким образом, при заданных определяющих режимных параметрах рост относительной высоты технологической камеры хотя и не приводит к существенному снижению результирующего теплового потока, но способствует резкому уменьшению интенсивности теплообмена от теплоотдающей (излучающей) поверхности дымогарного канала, повышенному расходу теплоты на нагрев внутренней среды и расходу пара на её увлажнение. При этом необходимо отметить, что рост излучения боковых стен приводит к неравномерности обогрева тепловоспринимающей поверхности конвейерного пода, что может негативно сказаться на технологическом процессе выпечки. Поэтому для эффективного энергоиспользования обоснованным является максимальное снижение высоты технологической камеры.

В конструкциях печей с относительно высокой технологической камерой возможной альтернативой является дополнительный подогрев внутренней среды за счёт непосредственного ввода горячего воздуха и пара с температурой 200-250°C с одновременным снижением тепловой нагрузки на дымогарные каналы с температурой газового теплоносителя ~ 500°C. При этом также может быть достигнуто улучшение энергоиспользования за счёт применения низкопотенциальных теплоносителей.

Выявленные особенности режимов сложного теплообмена в промышленных хлебопекарных печах необходимо учитывать при проектировании новых и реконструкции действующих печей с целью улучшения теплотехнических и технологических показателей работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кулешов О.Ю. Зональная математическая модель и методика расчёта сложного теплообмена в промышленных хлебопекарных печах / О.Ю. Кулешов, В.М. Седелкин // Вестник СГТУ. 2010, № 3 (46). С. 136-143.
2. Блох А.Г. Теплообмен излучением / А.Г. Блох, Ю.А. Журавлёв, Л.Н. Рыжков. М.: Энергоатомиздат, 1991. 432 с.
3. Маклюков И.И. Промышленные печи хлебопекарного и кондитерского производства / И.И. Маклюков, В.И. Маклюков. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. 272 с.

Кулешов Олег Юрьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Машины, аппараты пищевых производств и теплотехника» Энгельсского технологического института (филиала) Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Oleg Yu. Kuleshov – PhD, Associate Professor
Department of Machinery,
Food Industry Facilities and Heat Engineering
Engels Institute of Technology – Branch
of Gagarin Saratov State Technical University

Седелкин Валентин Михайлович – доктор технических наук, профессор кафедры «Машины, аппараты пищевых производств и теплотехника» Энгельсского технологического института (филиала) Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Valentin M. Sedelkin – Dr. Sc., Professor
Department of Machinery,
Food Industry Facilities and Heat Engineering
Engels Institute of Technology – Branch
of Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 25.10.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 621.314.58

И.И. Артюхов, И.И. Бочкарева, А.А. Тримбач

КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ГАЗОТУРБИНОЙ КОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИИ В УСЛОВИЯХ ОСНАЩЕНИЯ УСТАНОВОК ОХЛАЖДЕНИЯ ГАЗА ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ВЕНТИЛЯТОРОВ

Интенсивное внедрение устройств силовой электроники в различные технологические схемы сопровождается проблемой их негативного влияния на источники электроснабжения. Характерным примером является использование частотно-регулируемого электропривода на объектах магистрального транспорта газа. Наряду с экономией электроэнергии происходит ухудшение показателей ее качества, характеризующих форму напряжения в сети. В статье анализируются эти показатели и предлагаются решения по уменьшению негативного влияния электротехнических комплексов с преобразователями частоты на источники электроснабжения.

Качество электроэнергии, высшие гармоники, преобразователи частоты

I.I. Artyukhov, I.I. Bochkareva, A.A. Trimbach

POWER QUALITY IN ELECTRICAL SUPPLY SYSTEMS OF GAS TURBINE COMPRESSOR STATIONS WHEN EQUIPPING GAS COOLERS WITH FREQUENCY-REGULATED ELECTRIC DRIVES FOR FANS

Intensive introduction of power electronic devices in different technological schemes goes along with the problem of their negative influence on power supply sources. A typical example is application of a frequency-regulated electric drive for the main gas transportation facilities. Energy savings are followed by the degradation of the quality characteristics of electric energy. The analysis of the characteristics and decisions to decrease the negative influence of electrotechnical systems with frequency converters on the electricity supply sources are described in the article.

Power quality, high harmonics, frequency converters

На объектах магистрального транспорта газа частотно-регулируемый электропривод активно внедряется в различные технологические схемы. Существенный экономический эффект достигается, в частности, при оснащении электродвигателей установок охлаждения газа (УОГ) преобразователями частоты (ПЧ), с помощью которых осуществляется регулирование производительности вентиляторов при вариациях температуры окружающей среды и технологических параметров транспорта газа [1].

В состав УОГ входит от 24 до 32 электродвигателей мощностью 37 кВт каждый, поэтому суммарная мощность, потребляемая установкой от источников электроснабжения, может превышать 1 МВт. В соответствии с требованиями нормативных документов [2] по категории электроснабжения УОГ схема управления электродвигателями должна быть реализована в виде двух симметричных секций, каждая из которых подключается к вторичной обмотке соответствующего понизительного трансформатора 6(10)/0,4 кВ комплектно-трансформаторной подстанции (КТП). При этом обе секции должны иметь возможность получать электроэнергию от одного из трансформаторов КТП. Обязательным условием функционирования УОГ должно быть обеспечение электромагнитной совместимости электрооборудования этой установки с источниками электроснабжения и электрооборудованием других технологических комплексов компрессорной станции (КС).

На рис. 1 показана схема одной секции КТП для электроснабжения УОГ с частотно-регулируемым электроприводом вентиляторов. Преобразователи $ПЧ_1...ПЧ_N$ подключены к шине 0,4 кВ через сетевые дроссели $L_{C1}...L_{CN}$, первичные обмотки трансформатора 6(10)/0,4 кВ – к источнику электроснабжения. Электродвигатели $M_1...M_N$ соединены с выходами преобразователей $ПЧ_1...ПЧ_N$ через моторные дроссели $L_{M1}...L_{MN}$. Общее количество частотно-регулируемых электроприводов УОГ, получающих питание от КТП, составляет $2N$.

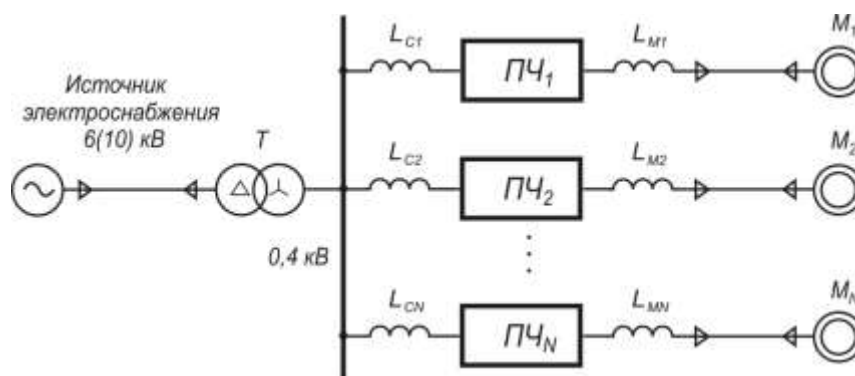


Рис. 1. Схема одной секции КТП для электроснабжения УОГ с частотно-регулируемым электроприводом вентиляторов

В условиях, когда электродвигатели УОГ подключаются к сети через ПЧ, возникает проблема искажения кривой напряжения в питающей сети. Эта проблема усугубляется при использовании газотурбинных электростанций в качестве источников электроснабжения. При этом доля электроэнергии, выработанной газотурбинными электростанциями на объектах магистрального транспорта газа, постоянно возрастает.

Современные ПЧ для регулируемого электропривода строят, в основном, по схеме: неуправляемый выпрямитель – сглаживающий фильтр – инвертор напряжения на IGBT модулях. Так как выпрямители выполняют по трехфазной мостовой схеме, входной ток ПЧ представляет собой сумму нечетных гармоник, за исключением кратных трем. При этом наиболее интенсивными являются гармоники с номерами 5 и 7. В условиях, когда изготовители ПЧ применяют в основном конденсаторные сглаживающие фильтры, уровень высших гармоник в кривой входного тока ПЧ оказывается соизмеримым с уровнем основной гармоники. Это приводит к появлению высших гармоник напряжения на всех уровнях системы электроснабжения газотурбинной КС [3].

Уменьшение искажающего влияния частотно-регулируемого электропривода УОГ на питающую сеть может быть достигнуто применением различного рода фильтров, простейшими из которых являются сетевые дроссели, устанавливаемые на входе ПЧ. Такое решение может быть достаточно эффективным, пока на компрессорной станции ПЧ установлены только на одной – двух УОГ. По мере роста количества УОГ, оснащенных частотно-регулируемым электроприводом вентиляторов, установка сетевых дросселей не обеспечит заданного качества электрической энергии на стороне 6 или 10 кВ, определенного стандартом [4].

Эффективным решением задачи уменьшения искажающего влияния ПЧ на источники электроснабжения является применение так называемых активных фильтров. Принцип действия этих устройств состоит в том, что на основе анализа тока нелинейной нагрузки в питающую сеть генерируются такие же гармоники тока, но в противоположной фазе. В результате этого в точке подключения активного фильтра происходит компенсация гармоник. На сегодняшний день активная фильтрация гармоник в питающей сети может оказаться экономически нецелесообразной из-за высоких стоимостных показателей оборудования.

С практической точки зрения может оказаться целесообразным следующее решение задачи обеспечения требуемого качества электроэнергии в питающей сети. Предлагается каждый трансформатор КТП выполнить с двумя вторичными обмотками, одна из которых соединяется по схеме «звезда», другая – по схеме «треугольник». В результате происходит разделение каждой секции шин 0,4 кВ на две подсекции, к каждой из которых подключается половина частотно-регулируемых электроприводов секции (рис. 2). В частности, при общем количестве электроприводов УОГ, равном 24, к одной обмотке трансформатора будет подключено 6 электроприводов.

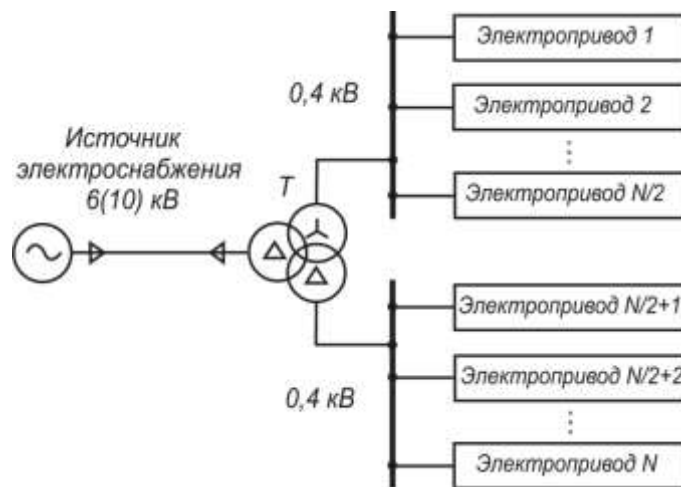


Рис. 2. Схема разделенной секции КТП для электроснабжения УОГ с частотно-регулируемым электроприводом вентиляторов

Так как напряжения вторичных обмоток трансформатора смещены по фазе относительно друг друга на угол, равный $\pi/6$, при равенстве токов вторичных обмоток будет происходить компенсация 5-й и 7-й гармоник магнитного потока. В результате в токе первичной обмотки трансформатора указанные гармоники также будут скомпенсированы.

Естественно, что в условиях эксплуатации УОГ сложно обеспечить равенство токов вторичных обмоток трансформатора. Во-первых, из-за технологического разброса параметров при изготовлении электродвигателей будет различие между токами, которые потребляют ПЧ. Во-вторых, возможна ситуация, когда один из электродвигателей УОГ или ПЧ выводится в ремонт, количество потребителей на подсекциях становится различным. В результате не будут выполняться условия компенсации 5-й и 7-й гармоник в магнитном потоке трансформатора, что приведет к ухудшению качества напряжения в питающей сети.

Для исследования влияния электротехнического комплекса УОГ на источники электроснабжения разработана модель в среде MATLAB+Simulink. Упрощенная схема этой модели показана на рис. 3.

Образующие модель блоки могут быть разделены на две группы.

В первую группу входят блоки, которые моделируют силовые элементы:

- *трехфазный источник синусоидального напряжения 3-Phase Source*;
- *трехфазный трехобмоточный трансформатор Three-Phase Transformer*;
- *выпрямители Rectifier с индексами 1 и 2, которые моделируют ПЧ, подключенные к подсекциям.*

К выходам выпрямителей через дроссели L1, L2 подключены блоки Load 1 и Load 2, моделирующие нагрузку выпрямителей.

Вторую группу образуют блоки, которые выполняют сервисные функции:

- *измерители мгновенных токов Current Measurement и напряжений Voltage Measurement*;
- *блоки Scope для наблюдения мгновенных значений токов и напряжений*;
- *блок Subsystem, который предназначен для расчета действующих значений контролируемых величин, коэффициента искажения синусоидальности кривых напряжений и токов, а также гармонического спектра.*

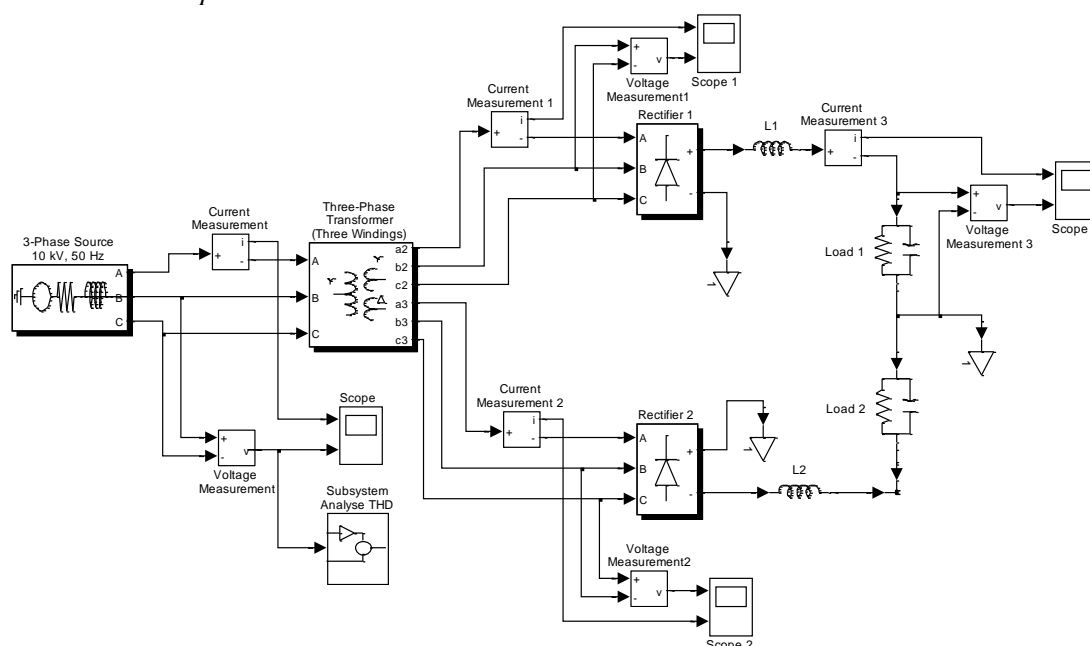


Рис. 3. Схема модели электротехнического комплекса УОГ

Некоторые результаты моделирования представлены на рис. 4. Для решения дифференциальных уравнений модели выбран многшаговый метод переменного порядка ode15s (stiff/NDF). Относительная погрешность интегрирования задана величиной 10^{-3} .

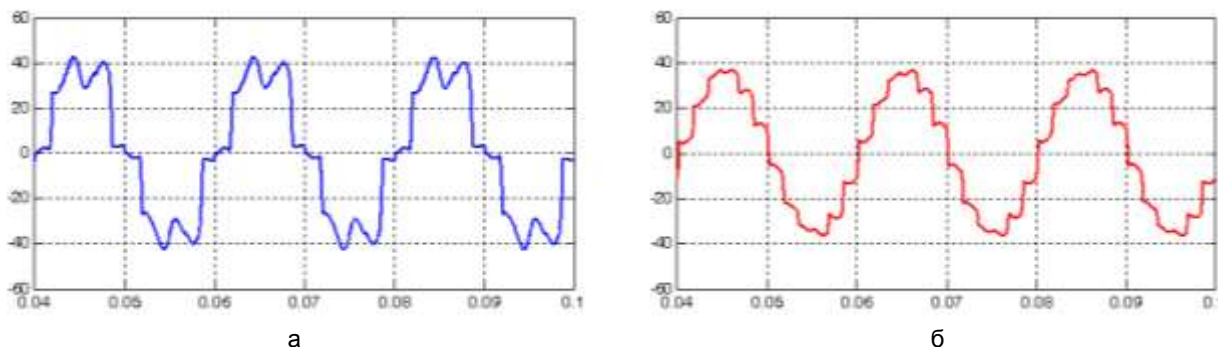


Рис. 4. Виртуальные осциллограммы тока источника электроснабжения:
по оси абсцисс – время в секундах; по оси ординат – ток в амперах

Кривая тока источника электроснабжения (рис. 4 а) получена для случая, когда 12 единиц ПЧ подключены к одной секции шин по схеме рис. 1. Коэффициент искажения этой кривой превышает 26 %. Если применить схему рис. 2 и к каждой подсекции шин подключить по 6 единиц ПЧ, то кривая тока существенно улучшается (рис. 4 б). Коэффициент искажения составляет 11 %.

На базе модели, схема которой показана на рис. 3, построена модель электротехнического комплекса КС, в состав которого входит источник электроснабжения (трансформатор энергоснабжающей организации или ЭСН) и определенное количество КТП для электроснабжения УОГ с частотно-регулируемым электроприводом вентиляторов. С помощью этой модели рассчитаны показатели качества электроэнергии, характеризующие искажение формы кривой напряжения в СЭС газотурбинной КС, в зависимости от количества КТП, подключенных к источнику электроснабжения. В качестве источника электроснабжения рассматривались трансформаторы ТДН 110/10 кВ мощностью 10000 и 16000 кВА, а также ЭСН типа ПАЭС-2500.

Результаты расчета коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения приведены на рис. 5. Из этих графиков видно, что при построении КТП по схеме рис. 1 коэффициент искажения синусоидальности напряжения превышает нормально допустимое значение 5 % для сетей напряжением 10 кВ, если частотно-регулируемым электроприводом оснащены шесть УОГ (при питании от трансформатора мощностью 10000 кВА) и две УОГ (при питании от ЭСН).

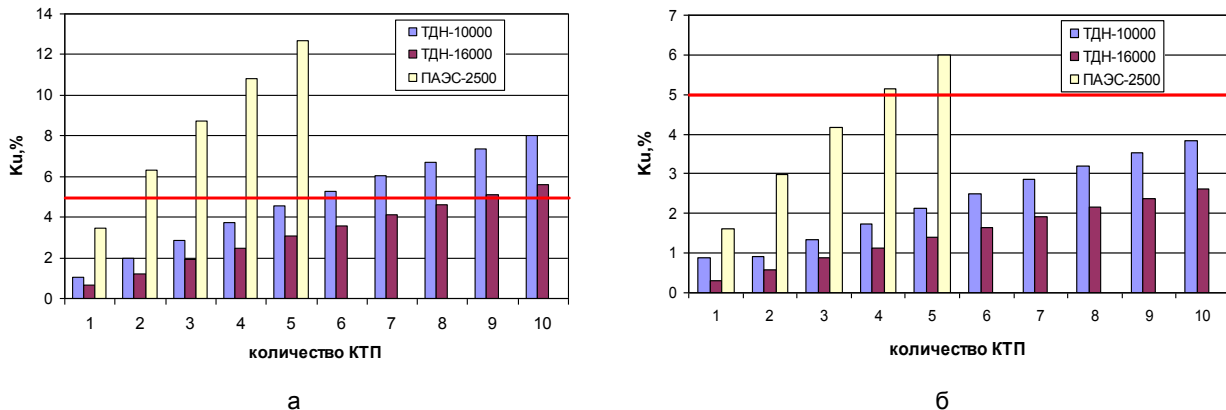


Рис. 5. Зависимость коэффициента искажения синусоидальности напряжения в СЭС газотурбинной КС от количества КТП для электроснабжения УОГ с частотно-регулируемым электроприводом вентиляторов: а – к секции шин 0,4 кВ подключены 12 электроприводов; б – секция шин 0,4 кВ разделена на 2 подсекции, к каждой из которых подключено по 6 электроприводов

Переход к схеме рис. 2, в соответствии с которой секция шин 0,4 кВ разделяется на две подсекции с питанием от обмоток трансформатора, соединенных по схеме «звезда» и «треугольник», позволяет радикальным образом изменить в лучшую сторону ситуацию с качеством электроэнергии на шинах 10 кВ. Если питание КТП осуществляется от трансформаторов энергоснабжающей организации, то частотно-регулируемым электроприводом могут быть оснащены более десяти УОГ без нарушения заданных требований к качеству электроэнергии. При питании от ЭСН коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения на шинах 10 кВ превышает нормально допустимое значение при подключении четырех и более КТП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аршакян И.И. Опыт создания и эксплуатации системы стабилизации температуры газа с частотно-регулируемым электроприводом вентиляторов аппаратов воздушного охлаждения газа / И.И. Аршакян, А.А. Тримбач, И.И. Артюхов // Проблемы электроэнергетики: сб. науч. тр. Саратов: СГТУ, 2008. С. 55-64.
2. СТО Газпром 2-6.2-149-2007. Категорийность электроприемников промышленных объектов ОАО «Газпром». М.: ВНИИГАЗ, 2007. 38 с.
3. Вопросы качества электроэнергии в системах электроснабжения газотурбинных компрессорных станций магистральных газопроводов / И.И. Артюхов, А.В. Коротков, Н.В. Погодин, И.И. Аршакян, А.А. Тримбач // Проблемы электроэнергетики: сб. науч.тр. Саратов: СГТУ, 2007.С. 19-32.
4. ГОСТ 13109-97. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. М.: Изд-во стандартов, 1998. 32 с.

Артюхов Иван Иванович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Электроснабжение промышленных предприятий» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Ivan I. Artyukhov – Dr. Sc., Professor
Head: Department of Power Supply for Industrial Enterprises
Gagarin Saratov State Technical University

Бочкарева Ирина Ивановна – аспирант кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Irina I. Bochkareva – Postgraduate
Department of Power Supply for Industrial Enterprises
Gagarin Saratov State Technical University

Тримбач Алексей Анатольевич – кандидат технических наук, ведущий инженер отдела главного энергетика ООО «Газпром трансгаз Югорск»

Alexey A. Trimbach – PhD, Senior Engineer
Division of Chief Engineer
LLC «Gazprom Transgaz Yugorsk»

Статья поступила в редакцию 15.09.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 662.33

Б.А. Семёнов, Э.М. Атоян, Р.С. Агаларов

ПЕРВИЧНОЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ГИДРОГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ И ТЕПЛООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В РЕАКТОРЕ ПИРОГАЗИФИКАЦИИ ВОЛЖСКИХ СЛАНЦЕВ

Приведено первичное математическое описание гидрогазодинамических и теплообменных процессов в реакторе пирогазификации волжских сланцев, позволяющее в зависимости от гранулометрического состава исходного сланца определить время, необходимое для нагрева частиц до конечной температуры, скорость газового теплоносителя, оптимальную величину фракции сланца и геометрические размеры реактора.

Волжские сланцы, реактор пирогазификации, газовый теплоноситель, скоростной нагрев

B.A. Semyonov, E.M. Atojan, R.S. Agalarov

PRIMARY MATHEMATICAL DESCRIPTION OF HYDROGAZODINAMICAL AND THERMAL PROCESSES IN PIROGAZIFICATION REACTORS OF THE VOLGA SLATES

The primary mathematical description of hydrogazodinamical and thermal processes in reactor pirogasifications of the Volga slates is provided. Depending on the granulose structure of the initial slate it allows to determine the time span necessary for heating particles to the final temperature, the speed of the gas heat-carrier, and the optimum size of the slate fraction, and geometric parameters of the reactor.

The Volga slates, reactor of pirogasification, gas heat-carrier, high-speed heating

Геологоразведочными работами, проведёнными в начале 80-х годов на территории европейской части России, выявлены крупные месторождения горючих сланцев, отличающиеся высоким содержанием серы. Несмотря на благоприятные для добычи условия залегания пластов, выгодное географическое расположение месторождений (близость потенциальных потребителей) и наличие мощного научного потенциала промышленная разработка этих месторождений не производится. Вместе с тем крупномасштабное применение сернистых сланцев возможно как в энергетическом, так и в технологическом направлениях. Возникающие при этом сложности обусловлены высоким содержанием минеральных компонентов и серы, основная масса которой входит в состав органического вещества этого ископаемого. Вредное воздействие продуктов сгорания высокосернистых сланцев на оборудование и окружающую среду можно снизить путем применения специальных топочных устройств с циркулирующим псевдоожиженным слоем или же путем предварительной пирогазификации.

Суть внутрициклового пирогазификации заключается в том, что в технологическую схему котельной установки включается реактор, в котором исходный пылевидный сланец подвергается пиролизу при температуре 800 °С в восходящем потоке высокотемпературных продуктов дожигания коксового остатка в циклонной топке, расположенной в нижней части реактора-пиролизера. В процессе пирогазификации органическое вещество сланца разлагается с образованием горючих газов, а карбонаты минеральной части диссоциируют с образованием двуокиси углерода и окиси кальция. В результате скоростного нагрева сернистые соединения исходного сланца в основном переходят в газовую фазу в виде сероводорода, который в восходящем пылегазовом потоке интенсивно взаимодействует с окисью кальция, образуя сульфид кальция в составе коксового остатка. Таким образом, в результате происходящих в реакторе процессов наблюдается перераспределение серы между твердой и газовой фазами и резко снижается содержание сернистых соединений в пирогазе, который направляется в топочную камеру котла. Сульфид кальция в коксовом остатке не представляет опасности для окружающей среды, так как при дожигании в циклонной топке происходит доокисление сульфида с образованием безвредного сульфата кальция.

Для определения геометрических размеров реактора-пирогазификатора необходимо обосновать необходимую скорость газового теплоносителя, поступающего в реактор из циклонной топки.

Согласно принятой классификации пирогазификатор может рассматриваться как реактор идеального вытеснения. При этом условием уноса твердых частиц топлива из реактора является значенные порозности $\varepsilon = 1$.

Для монодисперсного материала зависимость между определяющими параметрами взвешенного слоя согласно [1] описывается следующим обобщенным критериальным уравнением, наиболее удобным для практических расчетов:

$$Re = \frac{Ar \cdot \varepsilon^{4,75}}{18 + 0,6 \cdot \sqrt{Ar \cdot \varepsilon^{4,75}}}, \quad (1)$$

где Re и Ar – безразмерные критерии подобия Рейнольдса и Архимеда, определяемые выражениями

$$Re = \frac{W \cdot d}{\nu}; \quad Ar = \frac{d^3 \cdot g \cdot (\rho - \rho_2)}{\nu^2 \cdot \rho_2},$$

где d – размер (диаметр) частиц дисперсной среды, м; ρ – кажущаяся плотность материала частиц дисперсной среды, кг/м³; g – ускорение свободного падения, м/с²; ρ_2 , ν , W – соответственно плотность, кг/м³, кинематическая вязкость, м²/с, и скорость, м/с, газообразного теплоносителя в реакторе.

Подставив в выражение Re и $\varepsilon = 1$ в формулу (1), получим уравнение для требуемой скорости теплоносителя в пирогазификаторе

$$W = \frac{\nu}{d} \cdot \frac{Ar}{18 + 0,6 \cdot \sqrt{Ar}}, \quad (2)$$

Так как пылевидный сланец, поступающий в реактор, представляет собой полидисперсный материал, нами были проведены расчеты требуемой скорости газового теплоносителя для каждой фракции. Результаты этих расчетов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Расчет требуемой скорости газового теплоносителя

d_T , мм	%	Ar	Re	W , м/с
0.6 – 1.4	20	10611,34	131,2685	11,7204
0.3 – 0.6	60	835,2949	23,44365	4,884094
0.1 – 0.3	4	104,4119	4,308645	1,795269
0 – 0.1	16	3,867106	0,201416	0,25177

Для обоснования времени пирогазификации по условиям теплообмена воспользуемся уравнением Ньютона при движении частиц в восходящем потоке в отсутствии других сил, кроме силы тяжести и аэродинамического сопротивления [2]

$$\frac{dU}{dt} = c_f \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{\rho_G}{\rho_T} \cdot \frac{(W - U)^2}{d_T} - g, \quad (3)$$

где W , U – соответственно скорость газового потока и твердой частицы, м/с; ρ_G , ρ_T – плотность газа и частиц, кг/м³; d_T – диаметр твердой частицы, м; c_f – коэффициент аэродинамического сопротив-

ления частицы неправильной формы $c_f = K_d \cdot c_{ш}$; K_d – динамический коэффициент формы частицы, который зависит от геометрического форм-фактора и критерия Рейнольдса. Этот коэффициент определяется экспериментальным путем для различных материалов. Для сланцевых частиц согласно [3] было принято $K_d = 2$; $c_{ш}$ – коэффициент аэродинамического сопротивления шара, зависящий от числа Рейнольдса и диаметра частиц $c_{ш} = \varphi(\text{Re}_T)$. В данном случае для определения $c_{ш}$ использована расчетная формула [2]

$$c_{ш} = \frac{24}{\text{Re}_T} \cdot (1 + 0,125 \cdot \text{Re}_T^{0,72}), \quad (4)$$

Данная зависимость дает максимальную относительную ошибку не более 2,5%. Подставив (4) в (3) и учитывая, что $K_d = 2$ получим в окончательном виде уравнение движения частицы

$$\frac{dU}{d\tau} = \frac{36}{\text{Re}_T} \cdot (1 + 0,125 \cdot \text{Re}_T^{0,72}) \cdot \frac{\rho_T}{\rho_T} \cdot \frac{(W-U)^2}{d_T} - g, \quad (5)$$

Запишем уравнение теплового баланса

$$-G_T c_T dt_T = G_T c_T dt_T,$$

Выразим

$$dt_T = -\frac{G_T}{G_T} \cdot \frac{c_T}{c_T} \cdot dt_T,$$

Поделив обе части уравнения на $d\tau$, получим

$$\frac{dt_T}{d\tau} = -\mu \cdot \frac{c_T}{c_T} \cdot \frac{dt_T}{d\tau}, \quad (6)$$

где $\frac{dt_T}{d\tau}$, $\frac{dt_T}{d\tau}$ – соответственно скорости изменения температуры газа и частицы; c_T , c_T – значения

теплоемкостей газа и частиц топлива; $\mu = \frac{G_T}{G_T}$ – концентрация топливных частиц в потоке газа; G_T ,

G_T – весовые расходы газа–теплоносителя и топливных частиц.

Количество теплоты, передаваемое конвекцией от газа к частицам, определим по формуле Ньютона-Рихмана, так как лучистой составляющей теплообмена можно пренебречь, поскольку в данном случае она не превышает 2% от суммарного коэффициента теплопередачи ввиду малой толщины газового слоя в восходящем пылегазовом потоке и малой черноты газового теплоносителя

$$dq_T = \alpha \cdot F \cdot (t_T - t_T),$$

С другой стороны, количество теплоты воспринимаемое нагреваемой частицей, равно

$$dq_T = G_T \cdot c_T \cdot dt_T,$$

Приравняв правые части уравнений, а также поделив на $d\tau$ и проведя преобразования, получим

$$\frac{dt_T}{d\tau} = \frac{F}{G_T \cdot c_T} \cdot \alpha \cdot (t_T - t_T),$$

где F – тепловоспринимающая поверхность частиц, м^2 .

Отношение $f = \frac{F}{G_T}$ – представляет собой расчетную величину удельной поверхности сланцевых частиц, $\text{м}^2/\text{кг}$, которая при идеальной сферической форме может определяться как

$$f = \frac{6}{d_T \cdot \rho_T},$$

Учитывая данные соотношения, а также, что $\alpha = \frac{\text{Nu} \cdot \lambda_T}{d_T}$, получаем

$$\frac{dt_T}{d\tau} = \frac{6 \cdot \text{Nu} \cdot \lambda_T}{d_T^2 \cdot c_T \cdot \rho_T} \cdot (t_T - t_T), \quad (7)$$

где λ_T – коэффициент теплопроводности газового потока, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$; d_T – диаметр твердой частицы, м ; c_T – теплоемкость топливных частиц, $\text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$; ρ_T – плотность топливных частиц, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Это уравнение справедливо при нагреве частиц при $\text{Bi}_T < 0,2$.

$$\text{Bi}_T = \frac{\alpha \cdot l}{\lambda}$$

В области низких значений критерия Рейнольдса ($Re = 0 \div 200$) наиболее широко применяется экспериментально полученное критериальное уравнение теплообмена Соколовского и Тимофеева [2]

$$Nu = 2 + 0,16 \cdot Re_T^{0,67},$$

Следует отметить, что это уравнение справедливо для нестесненного потока, т.е. при достаточно низких концентрациях дискретной фазы. При истинной объемной концентрации частиц $\beta > 0,35 \cdot 10^{-3}$ рекомендуется в [2] пользоваться соотношением

$$\frac{Nu_{CT}}{Nu} = 0,033 \cdot \beta^{-0,43},$$

где Nu_{CT} , Nu – соответственно критерий Нуссельта для стесненного и свободного потока газозвеси.

Таким образом, получена система дифференциальных уравнений (5)-(7) относительно неизвестных функций U , t_T , t_T которая может быть решена численным методом.

$$\frac{dU}{d\tau} = \frac{36}{Re_T} \cdot (1 + 0,125 \cdot Re_T^{0,72}) \cdot \frac{\rho_T}{\rho_T} \cdot \frac{(W - U)^2}{d_T} - g,$$

$$\frac{dt_T}{d\tau} = -\mu \cdot \frac{c_T}{c_T} \cdot \frac{dt_T}{d\tau},$$

$$\frac{dt_T}{d\tau} = \frac{6 \cdot Nu \cdot \lambda_T}{d_T^2 \cdot c_T \cdot \rho_T} \cdot (t_T - t_T),$$

Данная методика позволяет определить время, необходимое на нагрев частиц до конечной температуры, а также на основании принятой скорости теплоносителя – длину реактора.

В табл. 2 приведены результаты расчета времени нагрева различных фракций пылевидного сланца до температуры пирогазификации (800°C) и скорости нагрева топливных частиц.

Таблица 2

Параметры реактора

Параметр	Значение			
Диаметр частиц d, мм	0-0,1	0,1-0,3	0,3-0,6	0,6-1,4
Время пребывания τ , с	0,042	0,349	1,169	3,88
Скорость нагрева θ , $^\circ\text{C}/\text{с}$	16666	2005	600	180

Из таблицы видно, что нагрев пылевидного сланца в реакторе осуществляется в режиме теплового удара, а увеличение размера частиц топлива выше 0,6 мм приводит к значительному росту необходимого времени нагрева, что потребует значительного увеличения высоты реактора и соответственно капиталовложений.

Таким образом, предложенная математическая модель расчета реактора-пирогазификатора позволяет в зависимости от гранулометрического состава исходного сланца определить необходимую скорость газового теплоносителя, оптимальную величину фракции сланца и геометрические размеры реактора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горбис З.Р. Теплообмен и гидродинамика дисперсных сквозных потоков / З.Р. Горбис. М.: Энергия, 1970. 427 с.
2. Бабуха Г.Л. Механика и теплообмен потоков полидисперсной газозвеси / Г.Л. Бабуха, М.И. Робинович. Киев: Наукова думка, 1969. 218 с.
3. Теплообмен в процессах пиролиза и газификации твердого топлива: методические указания к расчетным работам / сост. В.Г. Каширский, Ю.Я. Печенегов. Саратов: СГТУ, 1982. 30 с.

Семёнов Борис Александрович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Промышленная теплотехника» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Boris A. Semyonov – Dr. Sc., Professor
Head: Department of Industrial Heating Engineering
Gagarin Saratov State Technical University

Атоян Элла Моисеевна –
кандидат технических наук, доцент кафедры
«Промышленная теплотехника»
Саратовского государственного технического
университета имени Гагарина Ю.А.

Агаларов Ролан Сефединович –
студент 5 курса кафедры «Промышленная теп-
лотехника» Саратовского государственного
технического университета
имени Гагарина Ю.А.

Ella M. Atojan –
PhD, Associate Professor
Department of Industrial Heating Engineering
Gagarin Saratov State Technical University

Rolan S. Agalarov –
Undergraduate
Department of Industrial Heating Engineering
Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 15.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

УДК 666.942

Е.А. Шошин, Ю.Г.Иващенко, Н.Н. Былинкина

СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ В ПРИСУТСТВИИ ИЗОМЕРНЫХ УГЛЕВОДОВ

Исследования структуры модифицированного цементного камня методом рентгеновской дифракции показали, что в присутствии небольших количеств углеводов изомерного строения наблюдается изменение не только структуры гелевой фазы цементного камня, но и состава его кристаллических фаз. Структура и состав фаз камня для каждого вида углевода различны.

Цементный гель, модификация, изомерные углеводороды, рентгеновская дифракция, структура

E.A. Shoshin, Yu.G. Ivaschenko, N.N. Bylinkina

ISOMERIC CARBOHYDRATES INFLUENCE ON THE STRUCTURE OF CEMENT COMPOSITE

The study of the modified cement gel structure by XRD-method has shown that under small amounts of carbohydrates there are changes both in the structure of the cement gel and cement crystal phase configuration. The structure and crystal phases configuration differ for every type of carbohydrate.

Cement gel, modification, isomeric carbohydrate, XRD-method, structure

Модифицирующее действие органических добавок на реологические и эксплуатационные свойства цементных систем принято рассматривать с позиций адсорбции органических молекул на поверхности гидратных новообразований, входящих в состав цементного геля [1-5]. При этом основными параметрами органической молекулы добавки считаются длина углеродной цепи, функциональный состав, периодичность расположения функциональных групп в молекулярной цепочке, т.е. параметры, характеризующие соответствие геометрического профиля молекулы структуре поверхности и определяющие возможность адсорбции и прочность связи. Однако адсорбция органической молекулы на гидратированной минеральной поверхности предполагает присутствие воды и вероятное ее участие в адсорбционных процессах. В этом случае поверхностная вода выступает элементом поверхностной структуры минеральной частицы, а следовательно, необходимо учитывать пространственное расположение функциональных групп адсорбированной молекулы, т.е. ее пространственную изомерию, аналогично тому, как это учитывается при исследовании клатратов [6, 7], особенно, если функциональная группа способна к образованию водородных связей. Следовательно, изомеры органических молекул, адсорбирующихся на гидросиликатных гелевых частицах, будут иметь различное влияние на характер образующихся гелевых фаз, их стабильность и характер продуктов их уплотнения. Для подтверждения выдвинутой гипотезы было проведено рентгенофазовое исследование образцов цементных паст, модифицированных изомерными углеводами арабинозой, рибозой, ксилозой, описываемых формулой $C_5H_{10}O_5$, две из которых (арабиноза и рибоза) являются эпимерами, т.е. углеводами, отличающимися положением ОН-групп при 2 углеродном атоме (в α -положении к альдегидной группе). В качестве объекта исследования углеводы были выбраны по нескольким причинам: во-первых, углеводы образуют устойчивые комплексы с зародышевой фазой цементного камня [8-10], во-вторых, углеводы способны к образованию водородных связей, что предопределяет возможность взаимодействия углеводов с поверхностными гидратными структурами; в-третьих, углеводы не меняют поверхностного натяжения раствора, что исключает возможные искажения гидратационных процессов за счет проявления добавкой поверхностной активности; в-четвертых, углеводы обладают высокой вариативностью пространственного расположения ОН-

групп, что делает углеводы удобным модельным объектом. В ходе исследования фиксировались изменения структуры цементного камня в ранние сроки твердения (2, 7 сутки), когда относительная концентрация слабозакристаллизованных фаз максимальна [11], и на 28 сутки, для идентификации состава и характера кристаллических фаз. Дозировка углеводов составила 0,5%, что близко к предельной критической концентрации углеводов, при которой изменения гидратационных процессов носят катастрофический характер [10, 12].

В сравнительном анализе также использовались контрольные образцы камня, не содержащие углеводов (рис. 1, 2). Через сутки после затворения цемента водой на дифрактограмме цементного камня наблюдаются только исходные фазы клинкера: алит и белит, а также незначительное количество портландита, и, в то же время, присутствуют значительные количества слабозакристаллизованных фаз, проявляющихся в виде широких рефлексов в областях межплоскостных расстояний (м.р.) $d = 1,47-0,80$ нм (гелевая фаза 1) и $d = 0,33-0,24$ нм, причем последний характерен для цементного CSH-(I) геля [13], объемы которого определяют прочностные характеристики камня [14].

Таблица 1

Относительные интенсивности рефлексов фазбездобавочного образца

Длительность гидратации	Отношения интенсивностей рефлексов, J_x /Алито-белитовая фаза (АБФ)					
	Портландит, (d=0,49нм)	CSH (I) (d=0,33-0,26 нм)	Гелевая фаза 2 (d=0,63-0,49 нм)	Гелевая фаза 1 (d=1,47-0,80нм)	Гидроалюминат кальция (d=0,71 нм)	Этtringит (d=0,97нм)
1 сут	0,61	5,75	0,40	3,01	0,13	0,13
3 сут	1,00	7,21	-	1,17	0,11	0,13
28 сут	0,96	6,72	-	-	0,17	0,10

С течением времени наблюдается перераспределение интенсивностей отражений слабозакристаллизованных фаз: снижается интенсивность рефлекса гелевой фазы 1 ($d=1,47-0,80$ нм), одновременно увеличиваются интенсивности отражений портландита ($d=0,49$ нм) и цементного CSH (I) геля ($d=0,33-0,24$ нм) (табл. 1).

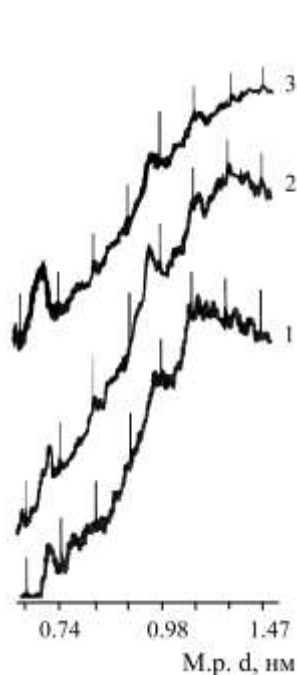


Рис. 1. Фрагменты дифрактограмм немодифицированных образцов:
1 – 1 сутки гидратации;
2 – 7 сутки гидратации;
3 – 28 сутки гидратации

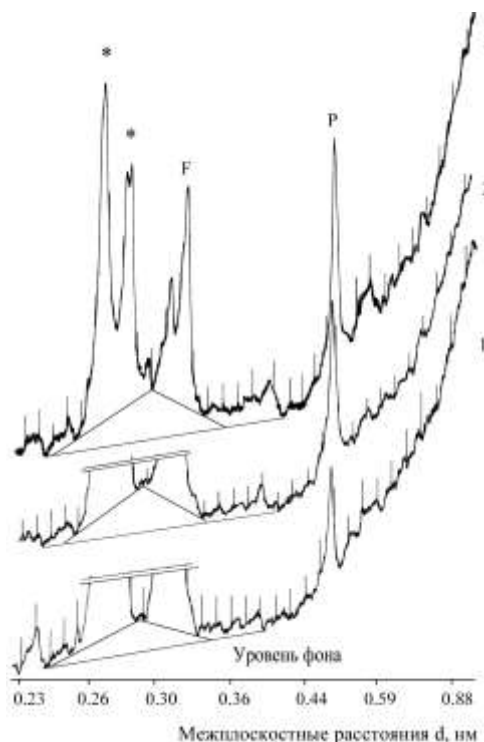


Рис. 2. Дифрактограммы немодифицированных образцов:
1 – 1 сутки гидратации;
2 – 7 сутки гидратации;
3 – 28 сутки гидратации.
* - алито-белитовая фаза (АБФ);
P – портландит
F – CaF₂ (внутренний стандарт)

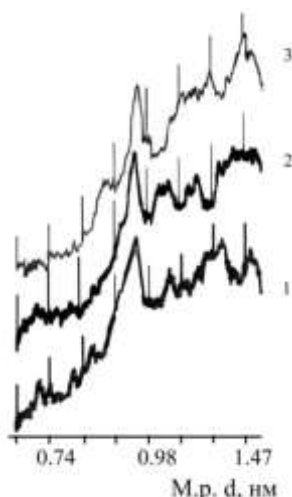


Рис. 3. Фрагменты дифрактограмм образцов, модифицированных ксилозой:
1 – 1 сутки гидратации;
2 – 7 сутки гидратации;
3 – 35 сутки гидратации

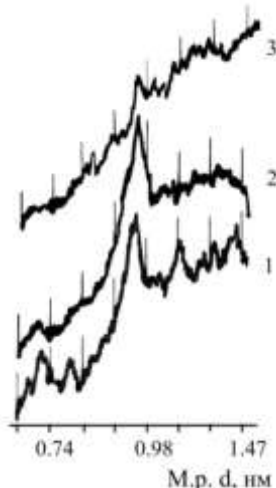


Рис. 4. Фрагменты дифрактограмм образцов, модифицированных арабинозой:
1 – 1 сутки гидратации;
2 – 7 сутки гидратации;
3 – 35 сутки гидратации



Рис. 5. Фрагменты дифрактограмм образцов, модифицированных рибозой:
1 – 1 сутки гидратации;
2 – 7 сутки гидратации;
3 – 35 сутки гидратации.

Количественная оценка изменений относительных интенсивностей указанных отражений позволяет сделать предположение, что рефлекс в области м.р. $d=1,47-0,8$ нм соответствует первичной высокогидратной форме геля, который, со временем уплотняясь, переходит в основную форму CSH (I)-геля с рефлексом в области м.р. $d=0,33-0,24$ нм: так, за двое суток гидратации интенсивность рефлексов первичной гелевой фазы 1 снижается на 60%, тогда как интенсивность рефлексов уплотненной гелевой фазы CSH(I) за этот же период увеличилась на 20%, а интенсивность рефлекса портландита выросла почти на 40%. Интенсивности рефлексов других фаз за данный период времени изменяются значительно меньше. Таким образом, основные изменения за трое суток гидратации произошли в характере слабозакристаллизованных фаз цементного камня: происходит уплотнение гелевой фазы 1 с образованием структуры CSH-(I)-геля, параллельно выкристаллизовывается портландит.

В присутствии углеводов общий характер картины сохраняется, т.е. в первые сутки гидратации на дифрактограммах присутствуют преимущественно рефлексы слабозакристаллизованных фаз при тех же углах дифракции, однако картина спектра в области м.р. $d=1,47-0,80$ нм в присутствии углеводов существенно отличается от таковой немодифицированного образца: в указанном диапазоне м.р. проявляются четкие рефлексы, характерные для кристаллических фаз или текстур, причем для каждого углевода характерен свой набор рефлексов в данном диапазоне м.р. (рис. 3-5): для ксилозы – 0,94 нм, 1,07 нм и расщепленный рефлекс 1,30 нм; для арабинозы – 0,95, 1,12, 1,28 и 1,40 нм; для рибозы – 0,95 нм, 1,12 нм. Из всех перечисленных рефлексов только рефлекс 0,95 нм однозначно идентифицируется как фаза этtringита [[9-414] по каталогу 15], причем с несколько увеличенным межплоскостным расстоянием, что, видимо, объясняется вовлечением углеводов в состав этtringитовых фаз.

Таблица 2

Относительные интенсивности рефлексов фаз модифицированных образцов

Добавка/ длительность гидратации	Отношения интенсивностей аналитических рефлексов фаз, J/АБФ					
	Портландит ($d=0,49$ нм)	CSH (I) ($d=0,33-0,26$ нм)	Гелевая фаза 2 ($d=0,63-0,49$ нм)	Гелевая фаза 1 ($d=1,47-0,8$ нм)	Гидроалюминат кальция ($d=0,71$ нм)	Этtringит ($d=0,97$ нм)
Арабиноза / 2 сут	-	1,34	0,50	0,80	0,10	0,16
Арабиноза / 7 сут	0,04	3,00	0,53	1,67	0,06	0,19
Арабиноза / 35 сут	0,23	4,87	1,02	0,96	0,15	0,11
Рибоза / 2 сут	-	2,07	0,22	0,93	0,05	0,05
Рибоза / 7 сут	0,09	2,08	0,23	0,99	0,09	0,16
Рибоза / 35 сут	0,24	5,20	0,34	0,66	0,19	0,16
Ксилоза / 2 сут	0,06	2,43	-	1,00	0,09	0,11
Ксилоза / 7 сут	0,07	3,35	0,44	1,00	0,08	0,14
Ксилоза / 35 сут	0,18	6,78	-	0,52	-	0,21

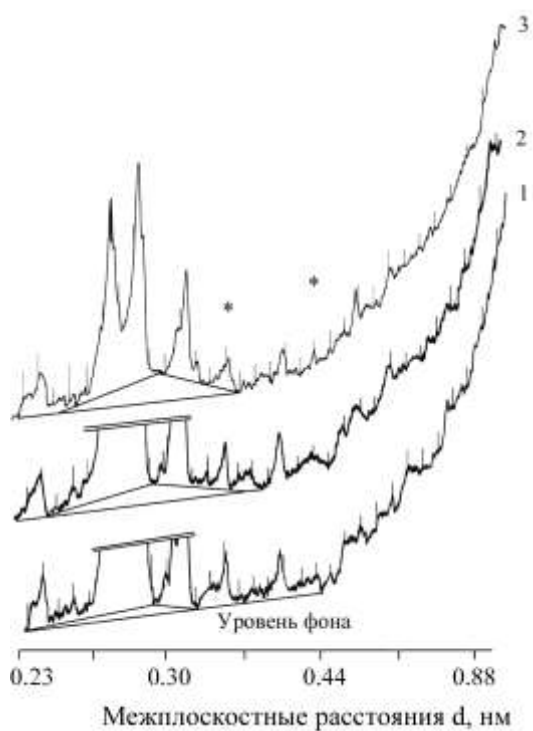


Рис. 6. Дифрактограммы цементного образца, модифицированного ксилитозой:
1 – 2 суток гидратации; 2 – 7 суток гидратации;
3 – 35 суток гидратации

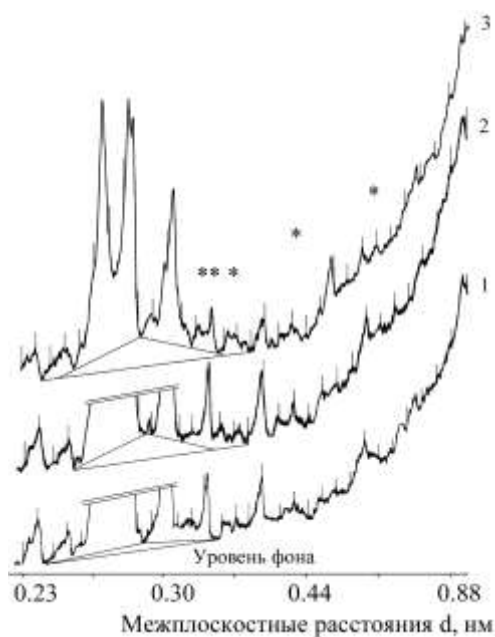


Рис. 7. Дифрактограммы цементного образца, модифицированного арабинозой:
1 – 2 суток гидратации; 2 – 7 суток гидратации;
3 – 35 суток гидратации

Характерно, что и содержание этрингитовых фаз на ранних сроках структурообразования, оцениваемое по относительной интенсивности рефлекса, для всех трех углеводов различное (табл. 2) – наибольшая интенсивность рефлекса этрингитовой фазы характерна для образца, модифицированного арабинозой. Остальные из перечисленных рефлексов идентификации не поддаются и, по-видимому, характеризуют собственную структуру высокогидратной гелевой фазы 1.

Наблюдения за изменением профиля кривой сигналов гелевой фазы 1 (м.р. 1,47-0,80 нм) так же показывают заметные отличия от контрольного образца: если в контрольном образце интенсивность рефлекса гелевой фазы 1 за трое суток гидратации снижается в 1,3 раза (табл. 1), то в модифицированных образцах за 7 суток интенсивность данного рефлекса либо не снижается, либо даже растет (табл. 2).

Последнее свидетельствует о стабилизации высокогидратной формы геля углеводами. Подобная стабилизация затрудняет уплотнение гелевой фазы 1, в связи с чем скорость увеличения интенсивности рефлекса CSH (I)-геля значительно снижена (табл. 2): прирост интенсивности за 7 суток составил для арабинозы 2,24 раза, для рибозы – 0, для ксилитозы – 1,37 раза; для контрольного образца прирост интенсивности соответствующего рефлекса за 3 суток составил 1,77 раза. Таким образом, исследованные углеводы по-разному влияют на скорость трансформации гелевой фазы 1 в CSH (I)-гель, причем наибольшее тормозящее действие оказывает рибоза, а наименьшее – арабиноза, являющаяся эписмером рибозы.

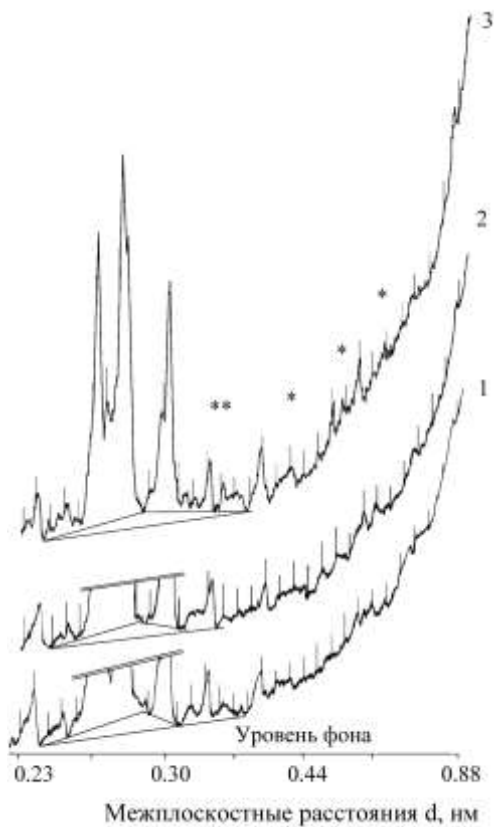


Рис. 8. Дифрактограммы цементного образца, модифицированного рибозой:
1 – 2 суток гидратации; 2 – 7 суток гидратации;
3 – 35 суток гидратации

Более длительное воздействие углеводов на развитие процессов фазообразования модифицированного цементного камня оценивалось по образцам 35-суточного возраста. Как следует из данных табл. 1, 2, к этому возрасту концентрация высокогидратной гелевой фазы 1 в модифицированных образцах значительно снижается, однако остается более высокой, чем у контрольного состава. Как и в предыдущем случае, характер кривой дифрактограммы в области м.р. 1,47-0,80 нм различен для различных углеводов (рис. 3-5), т.е. влияние углевода сохраняется на всем протяжении процесса гидратации, а тот факт, что характер данного участка кривой дифрактограммы постоянно меняется в процессе гидратации, свидетельствует об участии углевода в составе продуктов переменного состава. Характерно также и то, что на поздних этапах гидратации структуры и состав кристаллических фаз модифицированных образцов также различны: появляются отражения, соответствующие м.р. 0,63; 0,52; 0,42; 0,36; 0,33; 0,32 нм (рис. 6-8, отмечены *). И хотя отнесение данных рефлексов к каким-либо фазам затруднительно в силу изоструктурности гидросиликатов и низкой интенсивности самих рефлексов, сам факт различия дифрактограмм свидетельствует о более глубоком, чем принято считать, воздействии углеводов как на гелевую, так и кристаллическую фазы цементного камня. Таким образом, оптические изомеры органических веществ способны в различной степени влиять на кинетику гидратационных процессов, процессов формирования CSH-(I) геля, а также на состав кристаллических фаз цементного камня. Наличие изменений в фазовом составе цементного камня, модифицированного оптическими изомерами углеводов, свидетельствует о чрезвычайно важной роли гидратных оболочек, окружающих гелевые частицы не только в реологии цементных систем, но и фазообразования камня.

ЛИТЕРАТУРА

1. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. Теория и практика / В.Г. Батраков: 2-е изд., перераб. и доп. М., 1998. 768 с.
2. Рамачандран В.С. Добавки в бетон: справ. пособие / В.С. Рамачандран, Р.Ф. Фельдман, М. Коллепарди. М.: Стройиздат, 1988. 575 с.
3. Tisa E. Nekeleffekt of some admixture on the hydration of silica fume and hydrated lime / Tisa E. Nekele // J. Mater. Sci. Technol. 2000. V. 16. № 4. С. 375-378.
4. Глекель Ф.Л. Зависимость эффекта действия пластификаторов цементных дисперсий от природы гидратирующихся фаз / Ф.Л. Глекель, Р.З. Копп, Н.А. Мусаева, Р.И. Кушнер, К.С. Ахмедов // ЖПХ. 1989. Т. 62. № 5. С. 1026-1028.
5. Palacios M. Effect of superplasticizer and shrinkage-reducing admixtures on alkali-activated slag pastes and mortars / M. Palacios, F. Puertas // Cement and concrete research. 2005. 35. С. 1358-1367.
6. Дядин Ю.А. Супрамолекулярная химия: клатратные соединения / Ю.А. Дядин // Соросовский образовательный журнал. 1998. №2. С.79-88.
7. Габуда С.П. Связанная вода. Факты и гипотезы / С.П. Габуда. Новосибирск: Наука, 1982. 160 с.
8. Глекель Ф.Л. Физико-химические основы применения добавок к минеральным вяжущим / Ф.Л. Глекель. Ташкент: Изд-во «ВАН», 1974. 123 с.
9. Thomas N.L. The retarding action of sugars on cement hydration / N.L. Thomas, J.D. Birchall // Cement and Concrete Research. 1983. V. 13. I. 6. November. P. 830-842.
10. Juenger M.C. New insights into the effects of sugar on the hydration and microstructure of cement pastes / M.C. Juenger, H.M. Jennings // Cement and Concrete Research. 2002. V. 32. I. 3. March. P. 393-399.
11. Шошин Е.А. Влияние пространственного строения углеводов на структурообразование цементного камня / Е.А. Шошин, Д.К. Тимохин, А.Н. Сенокос // Надежность и долговечность строительных материалов, конструкций и оснований фундаментов: материалы V Междунар. науч.-техн. конф., г. Волгоград, 23-24 апр. 2009 г.: в 3 ч. / Волгогр. гос. архит.-строит. ун-т. Волгоград, 2009. Ч. II. С. 76-82.
12. Тараканов О.В. Цементные материалы с добавками углеводов / О.В. Тараканов; ПГАСА. Пенза: изд-во ПГАСА, 2003. 166 с.
13. Jeffrey J. Chen Solubility and structure of calcium silicate hydrate / Jeffrey J. Chen, Jeffrey J. Thomas, Hal F.W. Taylor, M. Hamlin // Jennings-Cement and Concrete Research. 2004. V. 34. P. 1499-1519.
14. Шошин Е.А. Влияние органических добавок на характер кристаллизации цементного геля / Е.А. Шошин, Д.К. Тимохин // Прогрессивные материалы и технологии в современном строительстве: сб. науч. тр. международ. науч.-практ. конф. / Новосиб. гос. аграр. университет. Новосибирск, 2007. С. 169-173.
15. Powder Diffraction File, Inorganic, JCPDS-Sowartwore, Pennsylvania, USA. 1987.

Шошин Евгений Александрович - кандидат технических наук, доцент, кафедры «Производство строительных материалов и изделий» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Evgeny A. Shoshin – PhD, Associate Professor
Department of Manufacturing Materials and Products for Civil Engineering
Gagarin Saratov State Technical University

Иващенко Юрий Григорьевич –
доктор технических наук, профессор, кафедры
«Производство строительных материалов
и изделий» Саратовского государственного
технического университета
имени Гагарина Ю.А.

Yryi G. Ivaschenko –
Dr. Sc., Professor
Department of Manufacturing Materials
and Products for Civil Engineering
Gagarin Saratov State Technical University

Былинкина Нина Николаевна –
научный сотрудник института химии
Саратовского государственного университета
имени Гагарина Ю.А.

Nina N. Bylinkina –
Research Fellow,
Institute of Chemistry
Chernyshevsky Saratov State University

Статья поступила в редакцию 15.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

ТРАНСПОРТ

УДК 625.72

В.В. Столяров, Н.С. Семенова

ОЦЕНКА ДЛИН ПЕРЕХОДНО-СКОРОСТНЫХ ПОЛОС НА ТРАНСПОРТНЫХ РАЗВЯЗКАХ С УЧЁТОМ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

Описываются предлагаемые математические модели для расчета длин переходно-скоростных полос на транспортных развязках. Существующие методы проектирования не позволяют установить длины переходно-скоростных полос при взаимодействии транспортных потоков. Дана математическая модель определения основных параметров таких полос с учетом вероятностной сущности формирования взаимодействующих транспортных потоков.

Безопасность дорожного движения, транспортный поток, транспортная развязка, вероятностный подход, переходно-скоростная полоса (ПСП)

V.V. Stolyarov, N.S. Semenova

EVALUATION OF LENGTH FOR TRANSITION - HIGH-SPEED LANES AT INTERCHANGES TAKING INTO ACCOUNT PATTERNS OF THE TRAFFIC STREAM

A mathematical model is proposed to calculate the length of transition – high-speed lanes at interchanges. The existing design methods do not allow setting the length transition – high-speed lanes at the intersection of the traffic flow. A mathematical model for defining the basic parameters of these lines taking into account the probabilistic nature of creating interacting traffic streams.

Road safety, transport stream, transport interchange, probabilistic approach, transition-high-speed lanes

Длины переходно-скоростных полос (ПСП) в настоящее время рассчитываются из условия движения по ним одиночных автомобилей, которые в пределах разгонной ПСП набирают скорость для вливания в транспортный поток основной дороги, а в пределах тормозной ПСП снижают скорость для безопасного въезда на съезд транспортной развязки. Если тормозная ПСП не отделена от транзитной полосы движения разделительной полосой, то водители для въезда на ПСП используют любой ее участок, что указывает на вероятностную сущность формирования взаимодействующих транспортных потоков. При современном росте автомобилизации и интенсивности движения применение ПСП, обеспечивающих пропуск транспортных потоков, становится обязательным техническим решением для проектирования и строительства узлов автомобильных дорог в одном и разных уровнях.

В общем случае длина ПСП устанавливается по формуле

$$L_{np} = L_{омг} + L_{из}, \quad (1)$$

где $L_{омг}$ – длина отгона ширины переходно-скоростной полосы (СНиП 2.05.02-85), м; $L_{из}$ – длина участка изменения скорости, м.

При использовании в формуле (1) движения одиночных автомобилей применяют уравнение

$$L_{из} = \frac{V_1^2 - V_2^2}{26 \cdot a}, \quad (2)$$

где V_1 и V_2 – соответственно проектная скорость организации движения для дороги и расчетная скорость на съезде, км/ч; a – расчетное линейное ускорение, принимаемое в зависимости от величины продольного уклона на переходно-скоростной полосе. При нулевом продольном уклоне: ускорение торможения – $2,0 \text{ м/с}^2$, ускорение разгона – $1,5 \text{ м/с}^2$.

Существующие методы проектирования не позволяют установить длины ПСП при взаимодействии транспортных потоков. В данной работе дана математическая модель определения ПСП с учетом вероятностной сущности формирования транспортных потоков и процессов вливания автомобилей.

В результате проведенных натурных исследований было установлено, что на требуемую длину переходно-скоростных полос большое влияние оказывает частота въезда автомобилей на тормозную полосу в её начале, а также сочетание интенсивностей движения на смежных съездах и основной дороге. Частота (эмпирическую вероятность) въезда автомобилей на ПСП в её начале устанавливали экспериментально по фиксированным интенсивностям движения n , n' , N_C (см. рис. 1). Другими словами, данную вероятность устанавливали при фиксации фактического значения интенсивности N_C (см. рис. 1) по зависимости

$$P = \frac{n'}{n}, \quad (3)$$

где n' и n – соответственно количество автомобилей, сворачивающих на ПСП в её начале (до участка въезда автомобилей со смежного съезда) и вся интенсивность движения n автомобилей, свернувших с ПСП на съезд при фиксированном значении интенсивности N_C по смежному съезду, авт/ч.

Чем выше интенсивность движения на смежном съезде N_C , тем больше вероятность въезда в начале ПСП (рис. 2). Это объясняется тем, что водители автомобилей, сворачивающих на съезд, при высокой интенсивности движения со смежного съезда N_C стремятся реализовать своё право преимущественного использования ПСП, так как они управляют автомобилями, движущимися с основной дороги. К тому же въезд на ПСП в пределах участка переплетения потоков с ростом интенсивности N_C значительно опаснее, чем въезд в начале этой полосы.

В результате многочисленных натурных наблюдений за автомобилями, маневрирующими на тормозной ПСП при различных сочетаниях интенсивностей движения n , n' , N_C , предложена номограмма для определения указанной вероятности (см. рис. 2). По данной номограмме можно определять вероятность вливания автомобилей в основной поток главной дороги в начале или в конце ПСП, в зависимости от сочетания и величин интенсивностей движения автомобилей.

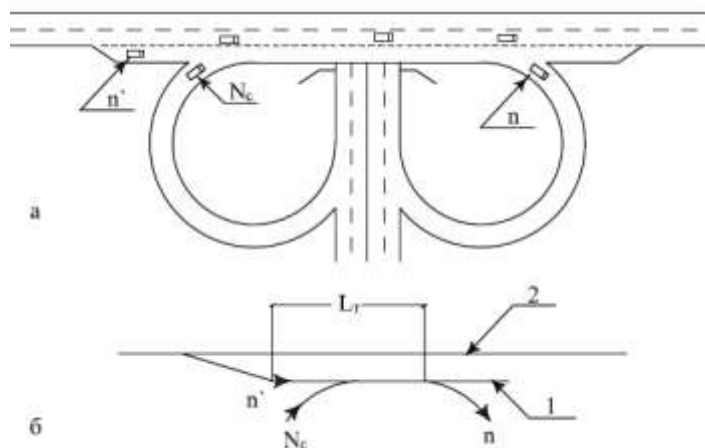


Рис.1. Схема к определению длины тормозной переходно-скоростной полосы:

а – по полосам движения: n' и n – соответственно количество автомобилей, сворачивающих на ПСП в её начале, и вся интенсивность движения n автомобилей, свернувших с ПСП на съезд; N_C – интенсивность движения на смежном съезде; б – в осях движения: 1 – ось ПСП; 2 – ось основной дороги

Используя теорию массового обслуживания, была получена формула для расчета длины разгонной ПСП:

$$L_{mp} = \frac{-1000 \cdot V_N}{n + N_C} \cdot \ln \left[P_T + \frac{N_C \cdot (P_T - 1)}{n} \right], \quad (4)$$

где V_N – средняя скорость транспортного потока по ПСП, км/ч; n – интенсивность движения автомобилей, сворачивающих с главной дороги и с ПСП на съезд, авт/ч; N_C – интенсивность движения автомобилей, входящих со смежного съезда на ПСП, авт/ч (см. рис. 1); P_T – вероятность въезда автомобилей в начале тормозной ПСП (см. рис. 2).

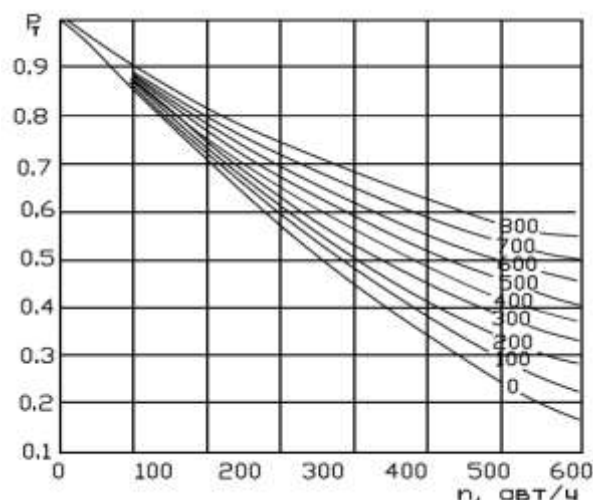


Рис.2. Вероятность въезда автомобилей в начале тормозной переходной полосы.
Цифры на кривых – интенсивность движения по смежному съезду

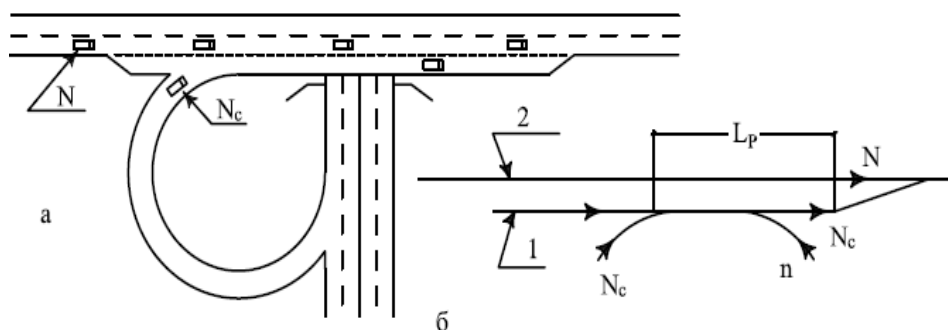


Рис. 3. Схема к определению длины разгонной переходной полосы:
а – по полосам движения: n, n' – соответственно интенсивности движения автомобилей на ПСП и автомобилей, свернувших с ПСП на съезд, N_c – интенсивность движения на съезде; б – в осях движения: 1 – ось ПСП; 2 – ось основной дороги

Значение вероятности въезда автомобилей в конце разгонной ПСП определяется таким же образом, как и для тормозных ПСП. Формула вероятности в этом случае имеет вид

$$P_p = \frac{N'_c}{N}, \quad (4)$$

где N'_c – количество автомобилей в час, вливающих в основной поток в конце ПСП (после смежного съезда за участком переплетения), авт/ч; N_c – интенсивность движения по съезду (см. рис. 3).

Вероятность выхода автомобилей на полосу основной дороги в конце разгонной ПСП зависит от сочетания интенсивностей движения и имеет следующий вид:

$$L_p = \frac{-1000 \cdot V_N}{N_c + N_{\text{сум}}} \cdot \ln \left[P_p + \frac{N_{\text{сум}} \cdot (P_p - 1)}{N_c} \right], \quad (5)$$

где $N_{\text{сум}} = N + n$ – суммарная интенсивность движения автомобилей по крайней полосе основной дороги (N) и смежному съезду (n) (см. рис. 3), авт/ч; N_c – интенсивность движения по ПСП, поступивших со съезда автомобилей (см. рис. 3), авт/ч; P_p – вероятность выхода автомобилей с разгонной ПСП в ее конце (см. рис. 4).

Анализ движения автомобилей по разгонной ПСП практически такой же, как и по тормозной ПСП. Интенсивность движения автомобилей, поворачивающих на смежный съезд, формируется так же: чем выше интенсивность движения со съезда N_c , тем чаще автомобили, поворачивающие на ПСП, совершают этот маневр в ее начале и, наоборот, при низком значении N_c автомобили, поворачивающие на смежный съезд, используют для маневра участок переплетения. Поэтому в формуле (5) используется суммарная интенсивность ($N_{\text{сум}} = N + n$).

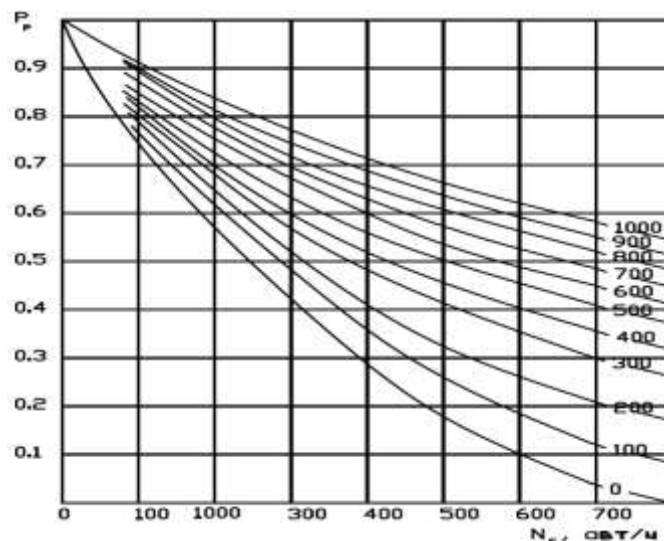


Рис. 4. Вероятность въезда автомобилей в конце переходно-скоростной полосы.
Цифры на кривых – суммарная интенсивность движения на основной полосе и съезде

В случае высоких интенсивностей движения на основной дороге разгонная и тормозная ПСП работают еще и как накопительные полосы. Если они рассчитаны только по условию разгона и торможения автомобилей, то их длина становится не достаточной как для разгона – торможения, так и для накопления. Таким образом, если ПСП, рассчитанные по данной методике, будут больше, чем запроектированные под движение одиночного автомобиля, или по СНиП, то принимать к проектированию необходимо длины ПСП, полученные в этом расчете.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дубровин Е.Н. Пересечения в разных уровнях на городских магистралях: учеб. пособие / Е.Н. Дубровин, Ю.С. Ланцберг, И.М. Лялин, Э.Я. Турчихин, В.Л. Шафран. М.: Стройиздат, 1968. 280 с.
2. Лобанов Е.М. Транспортная планировка городов: учеб. пособие / Е.М. Лобанов. М.: Транспорт, 1990. 240 с.
3. Столяров В.В. Проектирование автомобильных дорог с учетом теории риска: учеб. пособие для вузов: в 2 ч. / В.В. Столяров. Саратов: СГТУ, 1994. 84 с.
4. Столяров В.В. Дорожные условия и организация движения с использованием теории риска: учеб. пособие / В.В. Столяров. Саратов: СГТУ, 1999. 167 с.
5. Семенова Н.С. Оценка безопасности движения автомобилей на пересечениях дорог в одном и разных уровнях, на основе теории риска / Н.С. Семенова, В.В. Столяров // Проблемы транспорта и транспортного строительства: межвуз. науч. сб. Саратов: СГТУ, 2010. С. 5-8.
6. Сильянов В.В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения: учеб. пособие / В.В. Сильянов. М.: Транспорт, 1977. 303 с.
7. СНиП 2.05.02-85 «Автомобильные дороги» Нормы проектирования / Госстрой СССР. М.: Изд-во Госстроя СССР, 1986. 52 с.
8. Российская Федерация. Законы. О техническом регулировании: федер. Закон № 184-ФЗ: [принят Гос. Думой 15 декабря 2002 года: одобр. Советом Федерации 18 декабря 2002 года]. М., 2002. 40 с.

Столяров Виктор Васильевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Транспортное строительство» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Victor V. Stolyarov – Dr. Sc., Professor
Head: Department of Transport Construction
Gagarin Saratov State Technical University

Семенова Наталья Сергеевна – аспирант кафедры «Транспортное строительство», Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Natalia S. Semenova – Postgraduate
Department of Transport Construction
Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 15.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 681.3.06 (075.08)

В.А. Ушаков, В.С. Дрогайцев

ОБНАРУЖЕНИЕ ПРЕДОТКАЗНЫХ СОСТОЯНИЙ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ИСТОЧНИКОВ ИХ ГЕНЕРАЦИИ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ. I

Рассматриваются методы и средства обнаружения предотказных состояний и идентификации источников их генерации сложных технических объектов в результате анализа деградации числовых значений выходных параметров объектов в пределах заданных допусковых ограничений.

Интеллектуальные системы, логический формализм, база данных и знаний, правила принятия решений, предотказные состояния, обучающие выборки

V.A. Ushakov, V.S. Drogaitsev

DETECTING PRE-REDUNDANT STATES AND IDENTIFYING THE SOURCES FOR GENERATING TECHNICALLY COMPLEX OBJECTS. I

The authors consider the methods and techniques for detecting pre-redundant states and identifying the sources for generating technically complex objects. The data is the result of the degradation analysis referring numerical values of the data-out within the limit of imposed restrictions.

Intellectual systems, logical formalism, data and knowledge base, decision-making rules, pre-redundant state, educational sampling

Отечественный и зарубежный опыт проектирования, производства и эксплуатации сложных технических объектов подтверждает, что внезапным отказам в их поведении предшествуют скрытые аномальные явления, тенденция развития которых, как правило, определяется временем. Практика также подтверждает, что запоздалое обнаружение отказов сложных технических объектов в большинстве случаев обусловлено дефицитом информации, характеризующей ранние стадии развития аномальных явлений, предопределяющих явные отказы объектов.

В этой связи разработка методов и средств упреждающего обнаружения предотказных состояний (потенциальных отказов) в поведении сложных электронных и электротехнических объектах и идентификации источников их генерации является актуальной задачей, способствующей повышению эффективности процессов обеспечения технических характеристик, показателей надёжности и качества объектов; сокращению временных циклов их проектирования и снижению материально-финансовых издержек на последующих этапах жизненного цикла.

При создании технических объектов с полной ответственностью, обладающих повышенной надёжностью, практикуется опыт предварительного отбора элементной базы на основе фактов подтверждения заданной стабильности выходных характеристик комплектующих элементов в условиях жёсткой нагрузки и воздействия критичных факторов внешней среды.

В рассматриваемой постановке предметная область включает решение двух проблемных задач: одна задача связана с обнаружением предотказных состояний в объектах, обусловленных проектными несовершенствами и дефектами техпроцессов производства; вторая задача предусматривает идентификацию источников генерации предотказных состояний в поведении объектов.

В качестве исходных данных и знаний, используемых в методах решения проблемных задач предметной области, предполагаются заданными: модели описания объектов, представленные полихроматическими направленными логическими графами [1]; последовательности элементарных экспериментов штатных циклов испытания объектов; точностные и допусковые ограничения на вход-

выходные функциональные зависимости объектов, а также перечни предельных нагрузок и факторов внешней среды, регламентируемых требованиями технических заданий (ТЗ) и технических условий (ТУ) на объекты.

Проблема получения точных аналитических решений задач обнаружения предотказных состояний и идентификации источников их генерации объектов при неполном их описании математическими моделями и трудноформализованной неопределённости информационного представления тенденций развития предотказных состояний образцов в условиях активного влияния факторов внешней среды является трудноразрешимой на ранней стадии проектирования в условиях производства и эксплуатации объектов. Соответственно для решения задач упреждающего обнаружения предотказных состояний и идентификации источников их генерации объектов является целесообразным использование интеллектуальных методов, реализуемых средствами интеллектуальных систем и нейросетевых подструктур.

В данной публикации метод обнаружения предотказных состояний базируется на формальном механизме выявления предельных уровней деградации числовых значений выходных параметров соответствующего объекта в пределах заданных допусковых ограничений (зон) на основе анализа и количественного оценивания по критерию (3) в многомерном параметрическом пространстве (рис. 1) показателей видов временных рядов.

В данной постановке механизм построения, анализа и оценивания траекторий динамики изменения числовых значений деградации выходных параметров в многомерном параметрическом пространстве рассматривается на примере двух видов временных рядов.

Временные ряды первого вида описания технических состояний объектов базируются в условиях изменения во времени локальных факторов внешней среды ($W_{pj}(t) \in W(t)$) и характеризуются зависимостью вида

$$V_{Y_{W_p}}^{S_d} = \{Y_{iW_{p1}}^{S_d}(h^{+(-)}), f_i(u(t), W_{p1}(t), S_d(t)), \dots, Y_{iW_{pr}}^{S_d}(h^{+(-)}), f_i(u(t), W_{pr}(t), S_d(t))\} \quad (1)$$

где $Y_{iW_{pj}}^{S_d}$, $i = \overline{1, m}$ – число выходных параметров соответствующего объекта; S_d , $d = \overline{1, r}$ – число предотказных состояний объекта; $W_{p1}(t), \dots, W_{pj}(t), W_{pr}(t)$ – число дискрет-локального p -го фактора внешней среды; $h^{+(-)}$ – уровень числового значения деградации выходного параметра относительно его номинального значения в граничных пределах допусковой зоны.

Временные ряды второго вида формируются в результате воздействия на объект заданной последовательности факторов внешней среды ($W_{qj}(t) \in W(t)$) и характеризуются зависимостью

$$V_{i\{W_j\}}^{S_d} = \{Y_{iW_{11}}^{S_d}(h^{+(-)}), f_i(u(t), W_{11}(t), S_d(t)), \dots, Y_{iW_{rn}}^{S_d}(h^{+(-)}), f_i(u(t), W_{rn}(t), S_d(t))\} \quad (2)$$

Здесь $W_{11}, \dots, W_{qj}, \dots, W_{rn}$ – заданная последовательность факторов внешней среды.

Анализ динамики изменения и количественная оценка числовых значений деградации выходных параметров объектов, определяемых соответствующими траекториями в многомерном параметрическом пространстве осуществляется использованием критерия [2]

$$K_{Д}^l = \left\{ \left[\frac{(Y_{li\max}^d - Y_{liu})}{\Delta Y_{li\max}} + \frac{(Y_{lju} - Y_{lj\min}^d)}{\Delta Y_{lj\min}} \right] / 2 \right\}_{\{W_r, \pi_q\}} \quad (3)$$

где $Y_{li\max}^d, Y_{lj\min}^d$ – регистрируемые значения 1-го выходного параметра объекта при заданных условиях внешней среды и режимах его функционирования; здесь $i \neq j$ – моменты регистрации выходного параметра, $d = \overline{1, p}$ – число предотказных состояний объекта; $\Delta Y_l = \{Y_{li\max} - Y_{liu}, |Y_{lj\min} - Y_{lju}\}$ – граничные значения допусковой зоны 1-го параметра; Y_{liu}, Y_{lju} – номинальные значения 1-го параметра на уровне i, j -го измерений.

Принципиальная особенность критерия (3) состоит в оценивании величин деградации выходных параметров в пределах их допусковых зон на основе анализа числовых значений деградации в предыстории регистрируемых во времени в процессе испытания объектов в заданных режимах и условиях.

Величины деградации i -го выходного параметра ($Y_i^{S_d}$), представленные в параметрическом пространстве траектории (рис. 1 а, б), согласно критерию (3) определяются зависимостями:

– применительно к траектории *a* (рис. 1) временного ряда вида (1), образованного в режиме повышения критичности локального фактора внешней среды (W_p) в условиях S_d -го предотказного состояния объекта

$$\max \hat{h}_{Y_{W_p}^{S_d}} = \left[\left(\frac{Y_{iW_{p,l}}^{S_d}(h^+) - Y_{iW_n}}{\Delta Y_{ilmax}} \right) + \left(\frac{Y_{ijW_n} - Y_{ijW_{p,k}}^{S_d}(h^-)}{\Delta Y_{ijmin}} \right) \right] / 2, \quad (4)$$

где $Y_{iW_{p,l}}^{S_d}(h^+)$, $Y_{ijW_{p,k}}^{S_d}(h^-)$ – измеряемые числовые значения i -го выходного параметра объекта в моменты времени $t_l, t_j, l \neq j$ в режиме воздействия на регулятор p -го фактора внешней среды;

– применительно к траектории *b* (рис. 1) временного ряда вида (2), формируемого в результате воздействия на объект заданной последовательности факторов внешней среды

$$\max \hat{h}_{Y_{i(W_{qj})}^{S_d}} = \left[\frac{Y_{i(W_{qj})}^{S_d}(h^+) - Y_{iW_n}}{\Delta Y_{imax}} \right]. \quad (5)$$

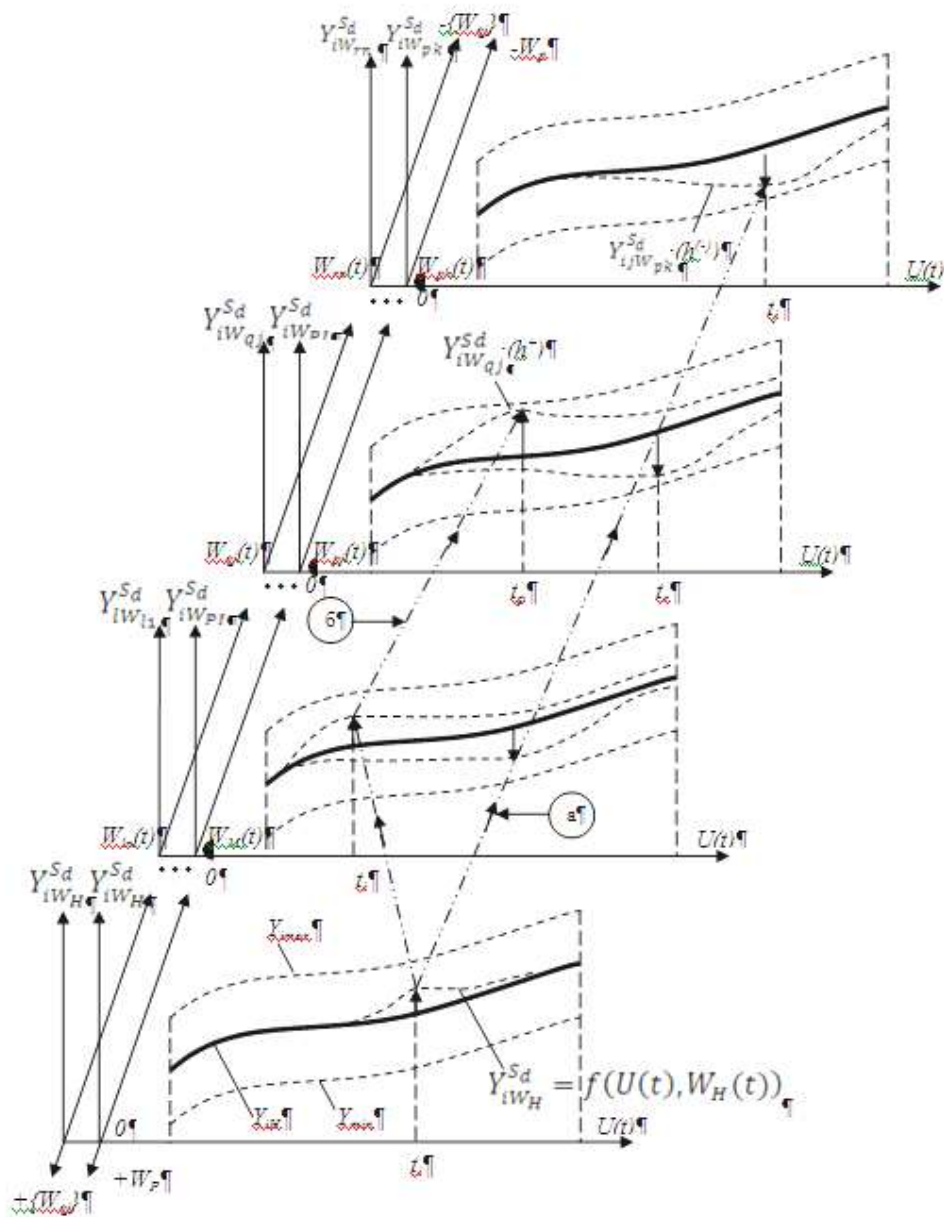


Рис. 1. Пространственно-временное представление переменных рядов описания выходных параметров объекта:
 а – траектория изменения уровня деградации i -го выходного параметра в режиме повышения критичности фактора внешней среды; б – траектория изменения уровня деградации i -го выходного параметра в режиме воздействия на объект факторов внешней среды

По результатам моделирования предотказных состояний в поведении объектов к числу информационных выходных параметров в плане обнаружения предотказных состояний относятся выходные параметры, уровень деградации которых в пределах допусковых ограничений удовлетворяет по критерию (3) условиям вида:

– применительно к содержанию показателей временных рядов вида (1)

$$K_{Y_{W_{pj}}}(\tilde{h}) = \|\alpha_{ij}\| = \left\{ \begin{array}{l} 0, \text{ при } \tilde{h}_{Y_{W_{pj}}}(S_d) \leq \max \tilde{h}_{Y_{W_{pj}}}(S_d) \\ 1, \text{ при } \tilde{h}_{Y_{W_{pj}}}(S_d) > \max \tilde{h}_{Y_{W_{pj}}}(S_d) \end{array} \right\}_{(D_{Y_i}), (K_i), (\pi_g)} ; \quad (6)$$

– применительно к содержанию показателей временных рядов вида (2)

$$K_{Y_{W_{qj}}}^*(\tilde{h}^*) = \|\beta_{ij}\| = \left\{ \begin{array}{l} 0, \text{ при } \tilde{h}_{Y_{W_{qj}}}^*(S_d) \leq \max \tilde{h}_{Y_{W_{qj}}}^*(S_d) \\ 1, \text{ при } \tilde{h}_{Y_{W_{qj}}}^*(S_d) > \max \tilde{h}_{Y_{W_{qj}}}^*(S_d) \end{array} \right\}_{(D_{Y_i}), (K_i), (\pi_g)} \quad (7)$$

здесь $\max \tilde{h}_{Y_{W_{pj}}}(S_i)$, $\max \tilde{h}_{Y_{W_{qj}}}^*(S_i)$ – предельные пороговые уровни деградации выходных параметров объектов, определяемые по результатам моделирования предотказных состояний или назначаемые экспертами; $\|\alpha_{ij}\|$, $\|\beta_{ij}\|$ – элементы моделей обнаружения предотказных состояний и идентификации источников их генерации; $\{D_{Y_i}\}$ – допусковые ограничения выходных параметров объектов, определяемых ТЗ и ТУ.

Метод идентификации источников генерации предотказных состояний в поведении объектов базируется на основе конечных результатов метода обнаружения предотказных состояний и включает решение двух взаимосвязанных задач: первая задача связана с агрегированием информативных выходных параметров, уровень деградации которых является чувствительным к предотказным состояниям заданного перечня; в объёме второй задачи осуществляются построение и понижение размерности исходных вариантов моделей обнаружения предотказных состояний и идентификации источников их генерации. Решение второй задачи предусматривает определение дополнительного состава информационно значимых выходных параметров, обеспечивающих достижение требуемых уровней глубины и достоверности идентификации источников генерации предотказных состояний. При этом информационная значимость выходных параметров дополнительного состава регламентируется условиями:

– применительно к уровням деградации, образованным временными рядами вида (1):

$$\tilde{K}_{Y_{W_{pj}}}(\tilde{h}) = \|\alpha_{ij}\| = \left\{ 1, \text{ при } h_{Y_{W_{pj}}}(S_o) < \tilde{h}_{Y_{W_{pj}}}(S_d) \leq \max \tilde{h}_{Y_{W_{pj}}}(S_d) \right\}; \quad (8)$$

– применительно к уровням деградации, образованным временными рядами вида (2):

$$K_{Y_{W_{qj}}}^*(\tilde{h}^*) = \|\beta_{ij}\| = \left\{ 1, \text{ при } h_{Y_{W_{qj}}}^*(S_o) < \tilde{h}_{Y_{W_{qj}}}^*(S_d) \leq \max \tilde{h}_{Y_{W_{qj}}}^*(S_d) \right\}, \quad (9)$$

здесь $\hat{h}_{Y_{W_{pj}}}(S_d)$, $\hat{h}_{Y_{W_{qj}}}^*(S_d)$ – числовые значения уровней деградации l -го, i -го выходных параметров соответствующего объекта, чувствительные к заданному перечню предотказных состояний в его поведении; $h_{Y_{W_{pj}}}(S_o)$, $h_{Y_{W_{qj}}}^*(S_o)$ – числовые значения уровней деградации l , i -го выходных параметров, означающие, что объект не находится в предотказном состоянии.

Процессы построения в многомерном параметрическом пространстве (рис. 1) траекторий динамики изменения деградаций выходных параметров объектов, выявления причинно-следственных связей между числовыми значениями деградации выходных параметров и заданным перечнем предотказных состояний и агрегатирования информативных выходных параметров, обнаруживающих предотказные состояния, обеспечиваются в результате моделирования состояний объектов в условиях имитации предотказных состояний, критичных режимов функционирования объектов и критичных факторов внешней среды.

Процессы моделирования состояний объектов в условиях имитации предотказных состояний и факторов внешней среды и построения траекторий динамики изменения уровней деградации выходных параметров регламентируются зависимостью вида

$$Y_{i(W_j)}^{S_d}(h^{+(-)}) = f_i(u(t), W(t), S(t))_{(D_i), (K_i), (\pi_r)} \rightarrow \left. \begin{array}{l} u(t) \\ W(t) \\ S(t) \end{array} \right\} - var \quad (10)$$

В процессе моделирования состояний объектов в заданных режимах и условиях на осях многомерного параметрического пространства (рис. 1) по результатам анализа обучающих выборок оцениваются координаты информационнозначимых траекторий динамики изменения уровней деградации выходных параметров. Применительно к виду (1) временных рядов обучающая выборка определяется матрицей

$$Y_i^{S_d}(\mathfrak{K}_{W_p}) = \left\{ \begin{array}{ccccccc} Y_{il}^{S_d}(\mathfrak{K}_{W_{p1}}) Y_{il}^{S_d}(\mathfrak{K}_{W_{p2}}) & \dots & Y_{il}^{S_d}(\mathfrak{K}_{W_{pj}}) & \dots & Y_{il}^{S_d}(\mathfrak{K}_{W_{pk}}) & & \\ & & \vdots & & & & \\ Y_{iq}^{S_d}(\mathfrak{K}_{W_{p1}}) Y_{iq}^{S_d}(\mathfrak{K}_{W_{p2}}) & \dots & Y_{iq}^{S_d}(\mathfrak{K}_{W_{pj}}) & \dots & Y_{iq}^{S_d}(\mathfrak{K}_{W_{pk}}) & & \\ & & \vdots & & & & \\ Y_{in}^{S_d}(\mathfrak{K}_{W_{p1}}) Y_{in}^{S_d}(\mathfrak{K}_{W_{p2}}) & \dots & Y_{in}^{S_d}(\mathfrak{K}_{W_{pj}}) & \dots & Y_{in}^{S_d}(\mathfrak{K}_{W_{pk}}) & & \end{array} \right\}, \quad (11)$$

здесь $Y_{iq}^{S_d}(\hat{h}_{W_{p1}})$ – i -й выходной параметр объекта, $q = \overline{1, n}$ – число испытываемых объектов или число штатных циклов испытания, $W_{pj}, j = \overline{1, k}$ – число дискрет- p -фактора внешней среды. Аналогичным образом формируются обучающие выборки применительно к содержанию временных рядов вида (2).

Результаты моделирования состояний объектов и заданные объёмы обучающих выборок составляют информационную и процедурную основу исходных данных и знаний в процессах построения и обучения интеллектуальных систем поддержки методов решения проблемных задач данной предметной области.

Принципиальная особенность процессов поддержки решений проблемных задач средствами интеллектуальных систем состоит в технологии построения и обучения интеллектуальных систем на основе использования формальных процедур, алгоритмов и критериев формализованных методов решения проблемных задач в качестве источников извлечения и преобразования знаний, способов понижения неопределённости нечётких отношений описания технических состояний объектов, формирования механизмов вывода и правил принятия решений.

Технология построения и обучения интеллектуальных систем включает решение совокупности взаимосвязанных задач [2, 3]: описание объектов моделями; абстрактное описание физических объектов, процессов и массивов разнородной по природе информации ситуациями; построение концептуальной модели предметной области; синтез нечётких отношений состояний схемы базы данных и знаний предметной области; ограничение целостности (размерности) по заданным критериям нечётких отношений состояний схемы базы данных и знаний; синтез информационно-логического формализма баз данных и знаний интеллектуальных систем, обеспечивающего формирование механизмов вывода и правил принятия решений.

На стадии построения и обучения способ синтеза баз данных и знаний поддержки метода обнаружения предотказных состояний по результатам моделирования состояний объектов в условиях имитации предотказных состояний и предельных факторов внешней среды (рис. 1 а) определяется переводом данных в знания путём логической организации переменных, представленных показателями временных рядов, соответственно:

1. На основе анализа показателей временных рядов вида (1):

$$\begin{aligned} & \forall S, t; \exists b_1^u, \dots, b_n^u; b_1^y, \dots, b_m^y; F_1, \dots, F_d; u_1(t), \dots, u_n(t); Y_1(h^{+(-)}), \dots \\ & \dots, Y_m(h^{+(-)}); W_1(t), \dots, W_\kappa(t); D_{Y_1}, \dots, D_{Y_m}; K_1, \dots, K_p \\ & PS(\mathfrak{K}) = \left\{ \left[\bigcup_{p=1}^{\omega} \bigcup_{d=1}^{\vartheta} \bigcup_{j=1}^{\kappa} \mathfrak{K}_{Y_{1W_{p1}}}^{S_d} \right] \cup \dots \cup \left[\bigcup_{p=1}^{\omega} \bigcup_{d=1}^{\vartheta} \bigcup_{j=1}^{\kappa} \mathfrak{K}_{Y_{mW_{pj}}}^{S_d} \right] \cup \dots \right. \\ & \left. \dots \cup \left[\bigcup_{p=1}^{\omega} \bigcup_{d=1}^{\vartheta} \bigcup_{j=1}^{\kappa} \mathfrak{K}_{Y_{mW_{pk}}}^{S_d} \right] \right\}_{\{D_{Y_i}\}, \{K_i\}, \{\pi_g\}} = \langle S_o, S \rangle, \quad (12) \end{aligned}$$

Аналогичным способом согласно условия (7) и критерия (3) синтезируется информационно логический формализм обоснования выводов и правил принятия решений обнаружения предотказных состояний объектов на основе анализа показателей временных рядов вида (2), образуемых в условиях воздействия на объекты заданного перечня факторов внешней среды, информационная и процедурная сущность логического формализма определяется зависимостью:

$$\begin{aligned}
 ПIS(\mathcal{K}) = & \left\{ \left[\bigcup_{d=1}^s \bigcup_{j=1}^n \mathcal{K}_{Y_{1W_{q1}}}^{\otimes} (S_d) \right] \cup \dots \cup \left[\bigcup_{d=1}^s \bigcup_{j=1}^n \mathcal{K}_{Y_{mW_{qj}}}^{\otimes} (S_d) \right] \cup \dots \right. \\
 & \left. \dots \cup \left[\bigcup_{d=1}^s \bigcup_{j=1}^n \mathcal{K}_{Y_{mW_{qn}}}^{\otimes} (S_d) \right] \right\}_{\{D_{Y_i}\}, \{K_i\}, \{\pi_g\}} = \langle S_o, S \rangle,
 \end{aligned} \tag{13}$$

$W_{qj}, j = \overline{1, n}$ – число видов факторов внешней среды.

Конечные результаты метода обнаружения предотказных состояний объектов, определяемые информационно-логическим формализмом интеллектуальных систем (13, 14) на основе анализа показателей временных рядов принятых видов (1, 2), составляют исходную информационную базу метода идентификации источников генерации предотказных состояний в поведении объектов.

В рассматриваемой постановке под источниками генерации предотказных состояний принимаются проектные несовершенства, отказы, дефекты объектов и несовершенства технологических процессов их производства.

Формальный механизм реализации метода идентификации источников генерации предотказных состояний определяется двумя этапами: на первом этапе по условиям (6)–(9) осуществляется агрегирование информационно значимых уровней числовых значений деградации выходных параметров объектов чувствительных к заданному перечню предотказных состояний, представленных временными рядами видов (1), (2); второй этап связан с построением и минимизацией размерности по условиям (6)–(9) исходных вариантов моделей (рис. 2, 3) с целью построения конечных вариантов моделей обнаружения предотказных состояний и идентификации источников их генерации.

Информационно-логический формализм интеллектуальных систем поддержки метода идентификации источников генерации предотказных состояний, отражающий механизмы вывода и правила принятия решений в процедурах идентификации источников генерации предотказных состояний, определяющий разделительные свойства числовых значений уровней деградации выходных параметров, определяется зависимостями:

– согласно условиям (6), (8) и содержания исходных данных и знаний, определяемых интеллектуальной системой (13), база данных и знаний интеллектуальной системы поддержки метода идентификации источников генерации предотказных состояний на основе анализа показателей временных рядов вида (1) характеризуется зависимостью

$$\begin{aligned}
 ПИ(\mathcal{K}) = & \left\{ \left[\bigcup_{p=1}^{\omega} \bigcup_{r=1}^R \bigcup_{j=1}^K \mathcal{K}_{Y_{rW_{pj}}}^{\otimes} (u_r) \right] \cap \dots \cap \left[\bigcup_{p=1}^{\omega} \bigcup_{r=1}^R \bigcup_{j=1}^K \mathcal{K}_{Y_{rW_{pj}}}^{\otimes} (u_r) \right] \cap \dots \right. \\
 & \left. \dots \cap \left[\bigcup_{p=1}^{\omega} \bigcup_{r=1}^R \bigcup_{j=1}^K \mathcal{K}_{Y_{mW_{pj}}}^{\otimes} (u_r) \right] \right\}_{\{D_i\}, \{K_i\}, \{\pi_g\}} = \langle I_r \rangle,
 \end{aligned} \tag{14}$$

где $ПИ(\mathcal{K})$ – подструктура координат числовых значений деградации выходных параметров объектов на базовых шкалах многомерного параметрического пространства (рис. 1), обладающих разделительными свойствами относительно заданного перечня источников генерации предотказных состояний; $I_r, r = \overline{1, d}$ – допустимое подмножество источников генерации предотказных состояний соответствующего объекта;

– в соответствии с исходными данными интеллектуальной системы (14) база данных и знаний интеллектуальной системы поддержки метода идентификации источников генерации предотказных состояний по результатам анализа показателей временных рядов вида (2) определяется логическим формализмом:

$$\begin{aligned}
 ПИ(\mathcal{K}) = & \left\{ \left[\bigcup_{r=1}^R \bigcup_{j=1}^n \mathcal{K}_{Y_{1W_{qj}}}^{\otimes} (I_r) \right] \cap \dots \cap \left[\bigcup_{r=1}^R \bigcup_{j=1}^n \mathcal{K}_{Y_{1W_{qj}}}^{\otimes} (I_r) \right] \cap \dots \right. \\
 & \left. \dots \cap \left[\bigcup_{r=1}^R \bigcup_{j=1}^n \mathcal{K}_{Y_{mW_{qj}}}^{\otimes} (I_r) \right] \right\}_{\{D_{Y_i}\}, \{K_r\}, \{\pi_g\}} = \langle I_r \rangle,
 \end{aligned} \tag{15}$$

где $j = \overline{1, n}$ – число видов факторов внешней среды, воздействующих на объекты.

Ключевое положение способа построения моделей обнаружения предотказных состояний и идентификации источников их генерации (рис. 2, 3) определяется структурной организацией пере-

менных, отражающей причинно-следственные связи между управляющими сигналами ($\{u_i(t)\} \in u$), факторами внешней среды ($\{W_j(t)\} \in W$), предотказными состояниями ($\{S_d(t)\} \in S$), источниками генерации предотказных состояний ($\{I_l\} \in I$) и пороговыми уровнями деградации выходных параметров ($\hat{h}_{Y_i}, \hat{h}_{Y_i}^*$), $i = \overline{1, m}$, обеспечивающее повышенную разрешающую способность методов в плане глубины обнаружения предотказных состояний и идентификации источников их генерации, а также возможность направленного достижения пользователем требуемого уровня достоверности конечных результатов обнаружения и идентификации.

Способ понижения размерности исходных структур моделей обнаружения предотказных состояний и идентификации источников их генерации (рис. 2, 3) применительно к заданному перечню обнаруживаемых предотказных состояний и к конечному подмножеству источников их генерации состоит в пошаговом выявлении состава информативных элементарных экспериментов заданной последовательности штатных циклов испытания объектов в условиях влияния внешней среды, удовлетворяющих требуемому глубине обнаружения идентификации и уровню достоверности принимаемых решений средствами критерия вида [2, 3]

$$L_j = \max \left(\frac{\sum_l^n \sum_g^m (n_{(ij)lg}^{(0)} \cdot n_{(ij)lg}^{(1)})}{h_j^0 + h_j} \right), \quad (16)$$

где $n_{(ij)lg}^{(0)}, n_{(ij)lg}^{(1)}$ – число не обнаруживаемых ($\|\alpha_{ij}^{W_p}\| = 0, \|\beta_{ij}^{W_s}\| = 0$), обнаруживаемых ($\|\alpha_{ij}^{W_p}\| = 1, \|\beta_{ij}^{W_s}\| = 1$) предотказных состояний пороговыми уровнями числовых значений деградации выходных параметров ($\hat{h}_{Y_j}^{W_p}, \hat{h}_{Y_j}^{*W_q}$) согласно условиям (6)÷(9); h_j^0 – число не обнаруженных предотказных состояний j -м выходным параметром с учётом параметров, включённых в перечень информативных на предыдущих шагах понижения размерности модели; h_j – наибольшее число обнаруженных, не обнаруженных предотказных состояний j -м параметром в группе на текущем шаге преобразования модели.

Критерий (16) дополняется показателем τ , оценивающим элементарные эксперименты по стоимостным и временным параметрам

$$\tau = \min(\tau^c \cdot \tau^t),$$

где $\tau^c = c_i / c_{\max}$ – отношение финансово-материальных затрат исполнения i -го элементарного эксперимента к максимальным затратам реализации трудоёмкого элементарного эксперимента в последовательности штатного цикла испытания соответствующего объекта; $\tau^t = t_i / t_{\max}$ – отношение временных затрат в процессе исполнения i -го элементарного эксперимента к временным затратам исполнения трудоёмкого элементарного эксперимента последовательности штатного цикла испытания объекта.

Процесс минимизации исходного варианта модели обнаружения предотказных состояний и идентификации источников их генерации соответствующего объекта и приведение модели к конечному варианту определяется достижением двух условий: первое условие состоит в обнаружении каждого предотказного состояния заданного перечня хотя бы одним пороговым уровнем деградации выходного параметра состояния выхода объекта; согласно второму условию преобразование исходного варианта модели сводится к формированию идентифицирующих кодовых комбинаций информационно значимых выходных параметров относительно каждого источника генерации предотказных состояний.

Приведённые методы, модели и интеллектуальные средства носят универсальный характер, являются управляемыми пользователем в части достижения требуемой полноты описания предотказных состояний и достоверности идентификации источников их генерации, ориентированы на практическую реализацию автоматизированными аппаратными средствами испытания объектов на всех фазах их жизненного цикла [4], соответственно могут быть использованы в смежных отраслях.

	$\bigcup_j^{\kappa} W_{pj}(t), \dots, W_{pj}(t), \dots, W_{pk}(t)$			$\bigcup_j^d W_{qj}(t), \dots, W_{qj}(t), \dots, W_{qd}(t)$			$\bigcup_j^n W_{rj}(t), \dots, W_{rj}(t), \dots, W_{rn}(t)$		
	$\bigcup_i^n u_i(t)$			$\bigcup_i^n u_i(t)$			$\bigcup_i^n u_i(t)$		
	$\hat{h}_{Y_1}^{W_p}$	$\hat{h}_{Y_j}^{W_p}$	$\hat{h}_{Y_m}^{W_p}$	$\hat{h}_{Y_1}^{W_q}$	$\hat{h}_{Y_j}^{W_q}$	$\hat{h}_{Y_m}^{W_q}$	$\hat{h}_{Y_1}^{W_r}$	$\hat{h}_{Y_j}^{W_r}$	$\hat{h}_{Y_m}^{W_r}$
I_1, S									
I_2, S									
I_i, S		$\alpha_{ij}^{W_p}$			$\alpha_{ij}^{W_q}$			$\alpha_{ij}^{W_r}$	
I_m, S									
L					a				
τ					b				

Рис. 2. Структура модели обнаружения предотказных состояний и идентификации источников их генерации по результатам анализа показателей временных рядов вида (1)

	$\bigcup_j^n (W_{l1}(t), \dots, W_{qj}(t), \dots, W_{rn}(t))$				
	$\bigcup_i^p u_i(t)$	$\bigcup_l^d u_l(t)$		$\bigcup_r^{\kappa} u_r(t)$	$\bigcup_d^r u_d(t)$
	$\hat{h}_{Y_1}^* (\{W_{qj}\})$	$\hat{h}_{Y_2}^* (\{W_{qj}\})$		$\hat{h}_{Y_j}^* (\{W_{qj}\})$	$\hat{h}_{Y_m}^* (\{W_{qj}\})$
I_1, S					
I_2, S					
I_i, S				β_{ij}	
I_m, S					
L				a	
τ				b	

Рис. 3. Структура модели обнаружения предотказных состояний и идентификации источников их генерации по результатам анализа показателей временных рядов вида (2)

ЛИТЕРАТУРА

1. Павлов В.В. Полихроматические графы и гиперграфы в структурном моделировании систем / В.В. Павлов // Техника, экономика. Сер. Автоматизация проектирования. 1995. Вып. 3-4. С. 30-36.
2. Системный подход к ситуационному управлению отказоустойчивостью технических объектов в условиях нештатных ситуаций. I. / В.А. Ушаков, В.С. Дрогайцев, Г.С. Говоренко, С.В. Козлов // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2007. № 3. С. 20-27.
3. Системный подход к управлению отказоустойчивостью технических объектов в условиях нештатных ситуаций. Построение интеллектуальных систем. II / В.А. Ушаков, В.С. Дрогайцев, Г.С. Говоренко, С.В. Козлов // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2008. № 4. С. 39-46.
4. Технология процесса комплексирования автоматизированных средств испытания бортовых систем летательных аппаратов / В.С. Дрогайцев, В.Н. Писарев, Д.П. Тетерин и др. // Информационные технологии в проектировании и производстве. 2004. № 3. С. 53-76.

Ушаков Виталий Алексеевич —
кандидат технических наук,
генеральный директор ОАО «КБ Электроприбор»,
г. Саратов

Vitaly A. Ushakov –
PhD,
Director General, Design Office
“Elecric Appliances”, Saratov

Дрогайцев Валентин Серафимович —
доктор технических наук, профессор кафедры
«Автоматизация и управление технологическими
процессами» Саратовского государственного
технического университета имени Гагарина Ю.А.

Valentin S. Drogaitsev –
Dr. Sc., Professor
Department of Automatic Control
of Technological Processes
Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 15.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 681.391

В.А. Ушаков, В.С. Дрогайцев

**ОБНАРУЖЕНИЕ ПРЕДОТКАЗНЫХ СОСТОЯНИЙ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ИСТОЧНИКОВ
ИХ ГЕНЕРАЦИИ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ. ПОСТРОЕНИЕ
И ОБУЧЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ПОДСТРУКТУР. II**

Рассматриваются технология построения и обучения нейросетевых структур на основе использования баз данных и знаний интеллектуальных систем поддержки методов обнаружения предотказных состояний и идентификации источников их генерации в поведении сложных технических объектов.

Семантические сети, нейроны, синаптические связи, весовые коэффициенты, функция активации

V.A. Ushakov, V.S. Drogaitsev

**DETECTING PRE-REDUNDANT STATES AND IDENTIFYING THE SOURCES
FOR GENERATING TECHNICALLY COMPLEX OBJECTS. DESIGN
AND EDUCATION OF NEURAL NETWORK SUBSTRUCTURES. II**

The authors consider the technology for designing and educating neural network structures using the data base and knowledge of intellectual systems supporting the methods of detecting the pre-redundant states and identifying the sources of the generation within the technically complex objects.

Semantic networks, neurone, synaptic ties, weight rate, activation function

Данная публикация отражает развитие методов и интеллектуальных средств обнаружения предотказных состояний и идентификации источников генерации сложных технических объектов, изложенных в [1], в направлении построения и обучения нейросетевых средств, позволяющих формировать управляющие решения по оцениванию технического состояния объектов на основе параллельного анализа показателей временных рядов, образованных в результате исполнения штатных циклов испытания объектов.

Проблема обнаружения предотказных состояний и идентификации источников их генерации в поведении технических объектов в условиях жёстких нагрузок и влияния критичных факторов внешней среды характеризуется значительными массивами разнородной информации и неопределённостью нечётких отношений переменных описания объектов, обуславливающих целесообразность поиска параллельных способов обработки и принятия решений, реализация которых может быть обеспечена средствами нейросетевых структур.

Применительно к данной предметной области технология построения и обучения нейросетевой структуры поддержки методов обнаружения предотказных состояний и идентификации источников генерации в поведении объектов рассматривается на примере анализа показателей двух видов временных рядов оценивания технического состояния объектов, формируемых в условиях реализации штатных циклов испытания объектов в режимах имитации заданных видов факторов внешней среды. При этом организация и содержание временных рядов определяются зависимостями:

– временные ряды, образуемые в режиме дискретного повышения критичности локального фактора внешней среды, отражающие динамику изменения уровней деградации выходных параметров в заданных пределах допусковых зон:

$$V_{Y_{iW_{pj}}^{S_d}} = \{Y_{iW_{p1}}^{S_d}(h^{+(-)}), f_i(u(t), W_{p1}(t), S_d(t)), \dots, Y_{iW_{pk}}^{S_d}(h^{+(-)}), f_i(u(t), W_{pk}(t), S_d(t))\}, \quad (1)$$

где $Y_{iW_{pj}}^{S_d}$, $i = \overline{1, m}$ – число выходных параметров соответствующего объекта; S_d , $d = \overline{1, r}$ – число предотказных состояний объекта; $W_{p1}(t), \dots, W_{pj}(t), \dots, W_{pk}(t)$ – число дискрет локального p -го фактора внешней среды; $h^{+(-)}$ – уровень числового значения деградации выходного параметра относительно его номинального значения в граничных пределах допусковой зоны;

– временные ряды, формируемые в результате воздействия на соответствующий объект заданной последовательности факторов внешней среды:

$$V_{Y_{iW_{qj}}^{S_d}} = \{Y_{iW_{q1}}^{S_d}(h^{+(-)}), f_i(u(t), W_{i1}(t), S_d(t)), \dots, Y_{iW_{qn}}^{S_d}(h^{+(-)}), f_i(u(t), W_{in}(t), S_d(t))\}, \quad (2)$$

здесь $W_{i1}(t), \dots, W_{qj}(t), \dots, W_{in}(t)$ – заданная последовательность видов факторов внешней среды.

Отличительная особенность рассматриваемой технологии построения и обучения нейросетевых структур под предметную область состоит в использовании в процессах построения и обучения формальных процедур методов решения проблемных задач предметной области и информационно-логического формализма баз данных и знаний интеллектуальных систем формирования механизмов вывода и правил принятия решений по обнаружению предотказных состояний и идентификации источников их генерации в поведении объектов, что разрешает совокупность базовых задач на стадии построения и обучения нейросетевой структуры, связанных с обоснованием структуры модели сети и состава нейронов в слоях; синтезом эталонных образов, распознаваемых нейронами и слоями сети, а также с определением числовых значений весовых коэффициентов синаптических связей.

Таким образом, применительно к решению проблемных задач предметной области, связанных с обнаружением предотказных состояний и идентификацией источников их генерации в поведении объектов, структура модели нейросети определяется входным, выходным и двумя скрытыми слоями согласно рис. 1.

Состав нейронов входного слоя сети определяется числом выходных параметров соответствующего объекта, на входы которых поступают регистрируемые показатели временных рядов принятых видов, характеризующие техническое состояние объекта, формируемых в режимах дискретного повышения критичности локальных факторов (1) и реализации заданных последовательностей факторов внешней среды (2).

Информационное и логическое содержание эталонных образов, распознаваемых нейронами первого скрытого слоя и вторым скрытым слоем сети, регламентируется информационно-логическим формализмом баз данных и знаний заданного перечня интеллектуальных систем [1], соответственно, на уровне первого скрытого слоя, обеспечивающего обнаружение заданного перечня предотказных состояний в поведении объектов, структура и содержание логического формализма определяются зависимостями:

– применительно к показателям временных рядов вида (1):

$$PS(\bar{h}) = \left\{ \left[\bigcup_{p=1}^{\omega} \bigcup_{d=1}^{\vartheta} \bigcup_{j=1}^{\kappa} \bar{h}_{Y_{W_{pj}}} (S_d) \right] \cup \dots \cup \left[\bigcup_{p=1}^{\omega} \bigcup_{d=1}^{\vartheta} \bigcup_{j=1}^{\kappa} \bar{h}_{Y_{mW_{pk}}} (S_d) \right] \right\}_{\{D_{Y_i}\}, \{K_i\}, \{\pi_g\}} = \langle S_0, S \rangle, \quad (3)$$

где $PS(\bar{h})$ – подструктура координат числовых значений деградации выходных параметров объектов на базовых шкалах многомерного параметрического пространства, обладающих свойствами обнаружения предотказных состояний объектов; S_0, S – работоспособное состояние, перечень предотказных состояний объекта; $Y_{mW_{pk}}$, $m = \overline{1, m}$ – число выходных параметров объекта; W_{p1}, \dots, W_{pk} – число дискрет p -го фактора внешней среды; $d = \overline{1, \vartheta}$ – число предотказных состояний; $p = \overline{1, \omega}$ – число локальных факторов внешней среды; D_{Y_i} – допусковая зона i -го выходного параметра; $\{K_i\}$ – перечень критериев количественной оценки уровня деградации выходных параметров; $\{\pi_g\}$ – подмножество элементарных экспериментов последовательности испытания объекта;

– применительно к показателям временных рядов вида (2):

$$PS(\bar{h}^*) = \left\{ \left[\bigcup_{d=1}^{\vartheta} \bigcup_{j=1}^n \bar{h}_{Y_{W_{qj}}}^* (S_d) \right] \cup \dots \cup \left[\bigcup_{d=1}^{\vartheta} \bigcup_{j=1}^n \bar{h}_{Y_{W_{qj}}}^* (S_d) \right] \cup \dots \right\}_{\{D_{Y_i}\}, \{K_i\}, \{\pi_g\}} = \langle S_0, S \rangle, \quad (4)$$

где W_{qj} , $j = \overline{1, n}$ – число видов факторов внешней среды.

Обнаруживающие свойства выходных параметров объектов относительно заданного перечня предотказных состояний в их поведении определяются условиями вида:

– применительно к содержанию показателей временных рядов вида (1):

$$K_{Y_{W_{pj}}}(\bar{h}) = \begin{cases} 0, & \text{при } \bar{h}_{Y_{W_{pj}}} (S_d) \leq \max \tilde{h}_{Y_{W_{pj}}} (S_d) \\ 1, & \text{при } \bar{h}_{Y_{W_{pj}}} (S_d) > \max \tilde{h}_{Y_{W_{pj}}} (S_d) \end{cases} \quad (5)$$

– применительно к содержанию показателей временных рядов вида (2):

$$K_{Y_{W_{qj}}}(\bar{h}^*) = \begin{cases} 0, & \text{при } \bar{h}_{Y_{W_{qj}}}^* (S_d) \leq \max \tilde{h}_{Y_{W_{qj}}}^* (S_d) \\ 1, & \text{при } \bar{h}_{Y_{W_{qj}}}^* (S_d) > \max \tilde{h}_{Y_{W_{qj}}}^* (S_d) \end{cases}, \quad (6)$$

здесь $\max \tilde{h}_{Y_{W_r}} (S_i)$, $\max \tilde{h}_{Y_{W_r}}^* (S_i)$ – предельные пороговые уровни деградации выходных параметров объектов, ограниченные допусковыми зонами.

Состав нейронов первого скрытого слоя сети определяется числом выходных параметров объектов.

На базе исходных данных и знаний, определяемых формальными процедурами метода обнаружения предотказных состояний и структурной организацией информационно-логического формализма интеллектуальных систем поддержки метода (3, 4) синтезируются эталонные образы, распознаваемые нейронами первого скрытого слоя сети, отражающие характерные траектории динамики изменения числовых значений деградации выходных параметров, содержание которых определяется зависимостями:

– эталонные образы, сформированные на основе результатов анализа временных рядов вида (1):

$$PS_3^l = \left[\bigcup_{p=1}^{\omega} \bigcup_{d=1}^{\vartheta} \bigcup_{j=1}^{\kappa} Y_{W_{pj}}^{S_d} (h^{+(-)}) \right]_{\{D_{Y_i}\}, \{K_i\}, \{\pi_g\}}, \quad (7)$$

где $l = \overline{1, m}$ – число выходных параметров объекта;

– на основе результатов анализа временных рядов вида (2):

$$PS_3^{i*} = \left[\bigcup_{p=1}^{\vartheta} \bigcup_{j=1}^n Y_{W_{qj}}^{S_d} (h^{+(-)*}) \right]_{\{D_{Y_i}\}, \{K_i\}, \{\pi_g\}}, \quad (8)$$

где W_{qj} , $j = \overline{1, n}$ – число видов факторов внешней среды.

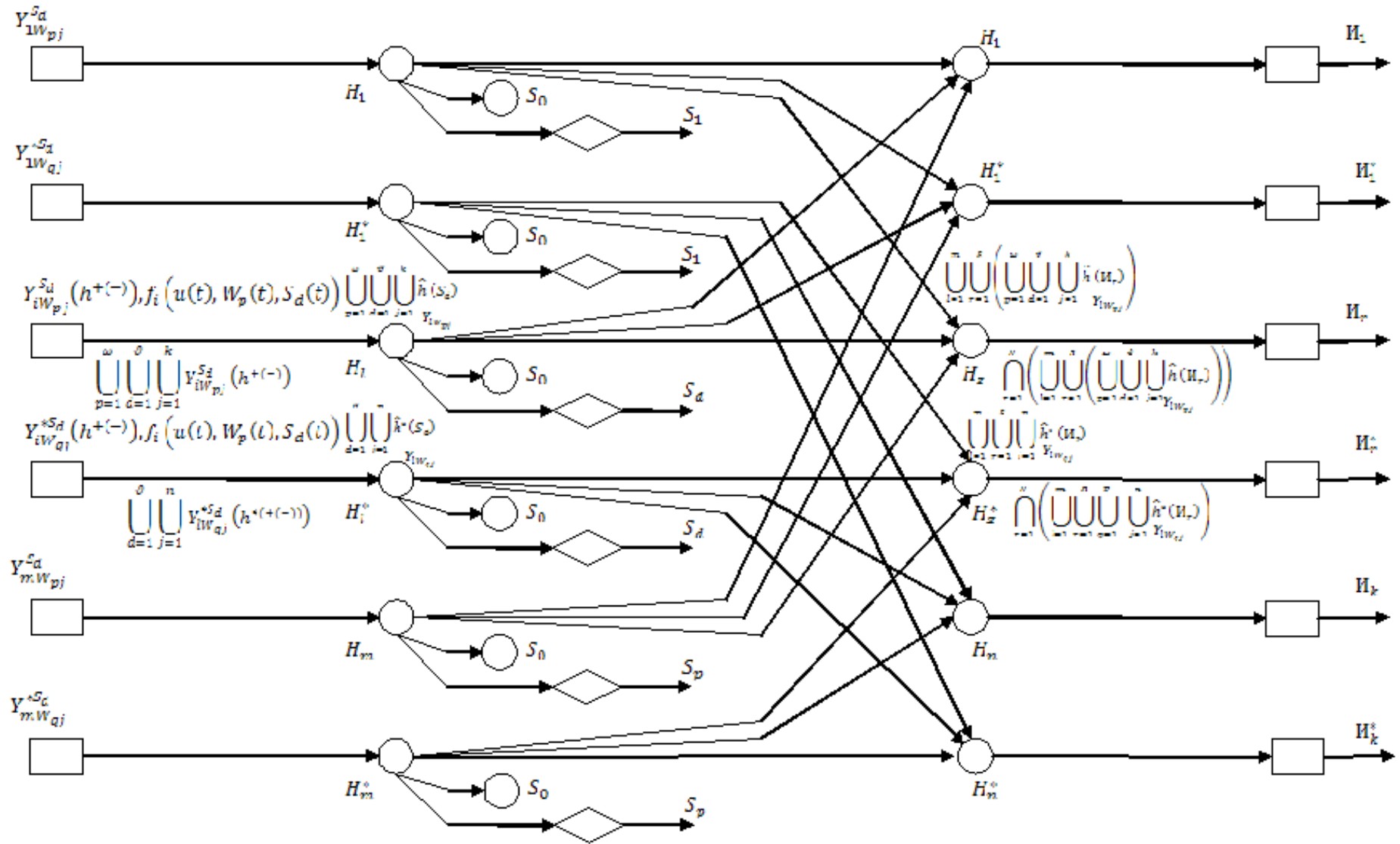


Рис. 1. Нейросетевая структура формирования выводов и правил принятия решений

В процедурах распознавания эталонных образов средствами первого скрытого слоя весовые коэффициенты синаптических связей регламентируются условием (6).

Подмножества функций активации, формируемых по условию (6) нейронами первого скрытого слоя в результате распознавания перечней эталонных образов (7), (8), характеризуются зависимостями:

– применительно к временным рядам вида (1):

$$PS_f^l(\mathcal{K}) = \left[\bigcup_{p=1}^{\omega} \bigcup_{d=1}^{\vartheta} \bigcup_{j=1}^{\kappa} \mathcal{K}_{Y_{W_{pj}}} (S_d) \right] \Rightarrow \langle S_0, S \rangle, \quad (9)$$

$PS_f^l(\mathcal{K})$ – подмножество функций активации, формируемых нейроном H_l^S (рис. 1); $\hat{h}_{Y_{W_{pj}}}(S_d)$ – числовое значение уровня деградации l -го выходного параметра объекта в условиях наличия в его поведении d -го предотказного состояния;

– применительно к показателям временных рядов вида (2)

$$PS_f^{l*}(\mathcal{K}) = \left[\bigcup_{d=1}^{\vartheta} \bigcup_{j=1}^n \mathcal{K}_{Y_{W_{qj}}}^* (S_d) \right] \Rightarrow \langle S_0, S \rangle, \quad (10)$$

где W_{qj} , $j = \overline{1, n}$ – число видов факторов внешней среды.

Сформированный нейронами первого скрытого слоя сети состав функций активации обеспечивает оценивание работоспособных (S_0) состояний объектов и обнаружение заданного перечня предотказных состояний в их поведении (S).

В процессах построения и обучения нейросетевой структуры на уровне второго скрытого слоя сети (рис. 1) в качестве исходных данных и знаний используется информационно-логический формализм интеллектуальных систем поддержки метода идентификации источников генерации предотказных состояний в поведении объектов [1], отражающий механизмы вывода и правила принятия решений, соответственно:

– в процессах анализа показателей временных рядов вида (1) формальный механизм интеллектуальной системы обоснования выводов и формирования правил принятия решений в процедурах идентификации заданного перечня источников генерации предотказных состояний, определяющий разделительные свойства числовых значений уровней деградации выходных параметров объектов, характеризуется выражением вида

$$ПИ(\mathcal{K}) = \left\{ \left[\bigcup_{p=1}^{\omega} \bigcup_{r=1}^R \bigcup_{j=1}^{\kappa} \mathcal{K}_{Y_{W_{pj}}} (I_r) \right] \cap \dots \cap \left[\bigcup_{p=1}^{\omega} \bigcup_{r=1}^R \bigcup_{j=1}^{\kappa} \mathcal{K}_{Y_{W_{pj}}} (I_r) \right] \cap \dots \right. \\ \left. \dots \cap \left[\bigcup_{p=1}^{\omega} \bigcup_{r=1}^R \bigcup_{j=1}^{\kappa} \mathcal{K}_{Y_{mW_{pj}}} (I_r) \right] \right\}_{(D_{Y_i}, \{K_i\}, \{\pi_g\})} = \langle I_r \rangle, \quad (11)$$

где $ПИ(\mathcal{K})$ – подструктура координат числовых значений уровней деградации выходных параметров объектов на базовых шкалах многомерного параметрического пространства, обладающих разделительными свойствами относительно источников генерации предотказных состояний; I_r , $r = \overline{1, R}$ – число идентифицируемых источников генерации предотказных состояний; W_{pj} , $j = \overline{1, K}$ – число дискрет p -го фактора внешней среды;

– применительно к показателям временных рядов вида (2) логический формализм определяется зависимостью

$$ПИ(\mathcal{K}^*) = \left\{ \left[\bigcup_{r=1}^R \bigcup_{j=1}^n \mathcal{K}_{Y_{W_{qj}}}^* (I_r) \right] \cap \dots \cap \left[\bigcup_{r=1}^R \bigcup_{j=1}^n \mathcal{K}_{Y_{W_{qj}}}^* (I_r) \right] \cap \dots \right. \\ \left. \dots \cap \left[\bigcup_{r=1}^R \bigcup_{j=1}^n \mathcal{K}_{Y_{mW_{qj}}}^* (I_r) \right] \right\}_{(D_{Y_i}, \{K_i\}, \{\pi_g\})} = \langle I_r \rangle, \quad (12)$$

где W_{qj} , $j = \overline{1, n}$ – число видов факторов внешней среды.

Эталонные образы, распознаваемые нейронами второго скрытого слоя сети, синтезируются на основе структурной организации переменных информационно-логического формализма, интеллектуальных систем (11), (12) и заданного состава функций активации, формируемые нейронами первого скрытого слоя, соответственно:

– эталонные образы, формируемые на основе анализа переменных временных рядов вида (1), характеризуются зависимостями:

$$ИГ_{\vartheta}^{H_z}(ИИ\bar{\in} \left[\bigcup_{l=1}^m \bigcup_{r=1}^R \left(\bigcup_{p=1}^{\omega} \bigcup_{d=1}^{\vartheta} \bigcup_{j=1}^{\kappa} \bar{\in}_{Y_{W_{pj}}} (I_r) \right) \right]), \quad (13)$$

здесь $ИГ_{\vartheta}^{H_z}(ИИ\bar{\in}$ – конечное подмножество эталонных образов, распознаваемых z -м нейроном второго скрытого слоя сети (H_z), сформированных на основе функций активации j -го нейрона первого скрытого слоя ($H_l, l = \overline{1, m}$), составляющих исходную информационную основу функций активации z -го нейрона, ориентированных на идентификацию источников генерации предотказных состояний заданного перечня ($I_r, r = \overline{1, R}$);

– структурная организация и логическое содержание эталонных образов, формируемых на основе анализа переменных временных рядов вида (2) определяются зависимостью

$$ИГ_{\vartheta}^{H_z^*}(ИИ\bar{\in} \left[\bigcup_{l=1}^m \bigcup_{r=1}^R \bigcup_{j=1}^n \bar{\in}_{Y_{W_{qj}}}^* (I_r) \right]). \quad (14)$$

В структурах эталонных образов (13), (14) числовые значения весовых коэффициентов синаптических связей определяются согласно условиям:

– применительно к уровням деградации, образованным временными рядами вида (1):

$$K_{Y_{W_{pj}}}(\bar{\in}) = \left\{ 1, \text{при } h_{Y_{W_{pj}}}(S_0) < \bar{\in}_{Y_{W_{pj}}}(S_d) \max \tilde{h}_{Y_{W_{pj}}}(S_d) \right\}; \quad (15)$$

– применительно к уровням деградации, сформированных временными рядами вида (2):

$$K_{Y_{W_{qj}}}^* = \left\{ 1, \text{при } h_{Y_{W_{qj}}}^*(S_0) < \bar{\in}_{Y_{W_{qj}}}(S_d) \leq \max \tilde{h}_{Y_{W_{qj}}}^*(S_d) \right\}, \quad (16)$$

здесь $\hat{h}_{Y_{W_{pj}}}(S_d), \hat{h}_{Y_{W_{qj}}}^*(S_d)$ – числовые значения уровней деградации l -го, i -го выходных параметров объекта, чувствительные к заданному перечню предотказных состояний в его поведении; $h_{Y_{W_{pj}}}(S_0), h_{Y_{W_{qj}}}^*(S_0)$ – числовые значения уровней деградации j -го, i -го выходных параметров, означающие, что объект не находится в предотказном состоянии.

Состав нейронов второго скрытого слоя определяется числом идентифицируемых источников генерации предотказных состояний в поведении соответствующего объекта.

Каждым нейроном второго скрытого слоя распознаётся эталонный образ, представленный вектором функций, сформированных нейронами первого скрытого слоя сети.

Средствами каждого нейрона второго скрытого слоя формируется функция активации, отражающая результат идентификации соответствующего источника генерации предотказного состояния объекта, при этом функции активации характеризуются зависимостями:

– применительно к результатам описания технического состояния объектов средствами временных рядов вида (1):

$$ИГ_f^{H_z}(ИИ\bar{\in} \bigcap_{z=1}^N \left[\bigcup_{l=1}^m \bigcup_{r=1}^R \left(\bigcup_{p=1}^{\omega} \bigcup_{d=1}^{\vartheta} \bigcup_{j=1}^{\kappa} \bar{\in}_{Y_{W_{pj}}} (I_r) \right) \right]) \Rightarrow \{10\dots 1\} = \langle I_r \rangle \quad (17)$$

– применительно к средствам временных рядов вида (2):

$$ИГ_f^{H_z^*}(ИИ\bar{\in} \bigcap_{z=1}^N \left[\bigcup_{l=1}^m \bigcup_{r=1}^R \bigcup_{p=1}^P \bigcup_{j=1}^n \bar{\in}_{Y_{W_{qj}}}^* (I_r) \right]) \Rightarrow \{110\dots 01\} = \langle I_r \rangle \quad (18)$$

здесь $z = \overline{1, N}$ – число нейронов первого скрытого слоя сети; $\{1100\dots 1\}$ – кодовые комбинации числовых значений уровней деградации выходных параметров, идентифицирующие источники генерации предотказных состояний.

Базирование технологии построения и обучения нейросетевых подструктур на основе формализованных методов решения проблемных задач предметной области и баз данных и знаний интеллектуальных систем их поддержки позволяет существенно сокращать временные циклы построения и обучения нейросетей, понижать уровень неопределённости нечётких отношений описания состояний баз данных и знаний, сокращать уровень субъективизма в процедурах формирования механизмов вывода и правил принятия решений, а также повышать достоверность конечных результатов достижения частных и конечных целей, сформулированных в объёме предметной области.

Применение в технологии обнаружения предотказных состояний и идентификации источников их генерации нейросетевых структур в качестве решателей обеспечивает достижение двух положительных качеств: многокритериальное формирование механизмов вывода и правил принятия решений за счёт адаптации методов, алгоритмов в пространственно-временном представлении причинно-следственных связей между показателями внешней среды, переменными описания технического состояния объектов и предотказными состояниями в их поведении; повышение эффективности и глубины анализа оценивания предотказных состояний и идентификации источников их генерации и достижение требуемого уровня достоверности конечных результатов за счёт параллельного анализа в реальном времени больших массивов разнородной информации и принятие в процедурах анализа информационно-логического формализма интеллектуальных систем поддержки методов решения проблемных задач предметной области.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ушаков В.А. Обнаружение предотказных состояний и идентификация источников их генерации сложных технических объектов. I / В.А. Ушаков, В.С. Дрогайцев // Вестник СГТУ. 2011. Вып. 2. С. 185-193.

Ушаков Виталий Алексеевич — кандидат технических наук, генеральный директор ОАО «КБ Электроприбор», г. Саратов

Vitaly A. Ushakov – PhD, Director General, Design Office “Elecric Appliances”, Saratov

Дрогайцев Валентин Серафимович — доктор технических наук, профессор кафедры «Автоматизация и управление технологическими процессами» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Valentin S. Drogaitsev – Dr. Sc., Professor Department of Automatic Control of Technological Processes Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 15.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 004.45

А.А. Сытник, В.С. Салин, С.В. Папшев

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ СИНТЕЗА СЕМАНТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ВЕБ-САЙТА

В настоящее время для многих современных веб-ресурсов характерен непрерывный рост объемов информации, размещенной на веб-страницах. В таких случаях возникает проблема актуальности логической структуры сайта, а именно несоответствие содержания веб-страниц разделу, в котором они расположены. Одним из возможных решений данной проблемы является создание семантической структуры веб-сайта, динамически обновляемой при добавлении новой информации, тем самым сохраняющей актуальность. Рассматривается построение объектно-ориентированной модели веб-сайта и описывается метод синтеза семантической структуры сайта на основе данной модели.

Логическая структура веб-сайта; объектно-ориентированная модель; семантический веб; веб-аналитика; World Wide Web

A.A. Sytnik, V.S. Salin, S.V. Papshev

A METHOD FOR THE WEBSITE'S SEMANTIC STRUCTURE SYNTHESIS

Today large amount of information placed on web pages is typical of most modern web resources. Therefore, there are problems connected with the logical structure of

web sites, and with different web pages becoming irrelevant to the sections they are located. One of the possible methods to solve this problem is to develop the semantic structure of a web site dynamically updated in accordance with the contents of the web site pages which will remain relevant while adding new information. This paper examines the process of constructing the object-oriented model of a web site, and describes the method for constructing the semantic structure of a web site based on the object-oriented model.

Web site's logical structure, object-oriented model, semantic web, web analytics, World Wide Web

Одним из основных принципов, лежащих в основе современной концепции Web 2.0, является привлечение пользователей к наполнению и многократной выверке содержимого. Для большинства веб-сайтов, основывающихся на данной концепции, характерны высокие темпы роста объема информации, размещаемой на данных сайтах. Это, в свою очередь, выражается в увеличении числа информативных веб-страниц.

Логическая структура таких веб-сайтов представлена несколькими основными тематическими разделами, которые наиболее общим образом характеризуют семантику содержащихся веб-страниц. Причем, возможностями добавления новых разделов обладает либо ограниченное число пользователей (их количество значительно меньше числа пользователей, формирующих все содержимое веб-сайта), либо только администрация веб-ресурса. Кроме того, семантическое содержание названия раздела не всегда точно и полно отображает содержание каждой из страниц данного раздела.

Вспомогательным элементом навигации по подобным веб-сайтам является навигация по **тегам** (метками) – ключевым словам каждой страницы. Теги также формируются пользователями и наиболее точно характеризуют содержание отдельной веб-страницы, причем каждой странице может соответствовать сразу несколько тегов. Общее число тегов сопоставимо с общим количеством веб-страниц сайта, поэтому при большом количестве страниц, навигация по тегам затруднительна – часто бывает сложно или вообще невозможно найти нужный тег в списке всех тегов, а тем более, указать группу подходящих тегов. Решением данной проблемы может быть создание иерархии тегов с учетом семантики, причем верхние уровни иерархии должны иметь наиболее общее смысловое значение; в свою очередь, нижние уровни должны уточнять значения вышестоящих уровней.

Различные методы построения и анализа семантических сетей на основе веб-сайтов рассматриваются в работах [1, 2, 3]. Новизна данной работы заключается в разработке и реализации семантической структуры веб-сайта, основанной на его объектно-ориентированной модели.

В первой части работы предлагается построение объектно-ориентированной модели веб-сайта. Во второй части описаны принципы построения семантической структуры сайта и соответствующей навигации по нему на основе объектно-ориентированной модели.

Рассмотрим гипертекстовую структуру S , для которой определено множество страниц

$$P = \{p_i\}, \quad i = 1 \dots n \quad (1),$$

и множество тегов, характеризующих содержание страницы:

$$T = \{t_j\}, \quad j = 1 \dots m \quad (2)$$

Каждому тегу $t_j \in T$ поставлено в соответствие подмножество страниц:

$$t_j \rightarrow P_j = \{p_{aj}, \dots, p_{bj}\}; \quad P_j \subset P; \cup P_j = P \quad (3)$$

Будем обозначать **объектом** (в объектно-ориентированном смысле) каждую страницу $p_i \in P$, а **классом** – тег t_j , которому соответствует подмножество страниц $P_j = \{p_{aj}, \dots, p_{bj}\}$. Тогда объект p_i **относится** к классу t_j , если $p_i \in P_j$.

В случае, показанном на рис. 1, базовыми являются классы, которым соответствуют множества P_{11} и P_{21} .



Рис. 1. Соответствующие множествам P_{11} и P_{21} базовые классы

Введем отношение наследования между классами. Для этого, разобьем все множество страниц P на подмножества P'_k таким образом, чтобы

- 1) $P'_k = \cup P_j, j = j_k \dots j_{k+1}$ (4);
- 2) Для каждого $k: \cup P'_k = \emptyset$.

Из каждого P'_k выберем подмножества P_j максимальной размерности. Тогда каждый класс, которому соответствует выбранное подмножество P_j , будем считать **базовым** для всех остальных классов подмножеств из P'_k .

Каждое множество P'_k будет соответствовать множеству классов $T_k \in T$:

$$T_k = \{t_{k1}, t_{k2}, \dots, t_{kn}\} \quad (5),$$

Причем $t_{ki} \rightarrow P_{ki}$.

Будем считать, что классы $t_{k2}, t_{k3}, \dots, t_{kn}$ **наследуют** класс t_{k1} , если

- 1) они не имеют общего наследуемого класса;
- 2) $P_{k1} \cap P_{ki} \neq \emptyset, i = 1 \dots n$ (6).

Проиллюстрируем образующуюся в таком случае иерархию наследования. Из рис. 2 видно, что, кроме одиночного наследования, может иметь место **множественное наследование**.

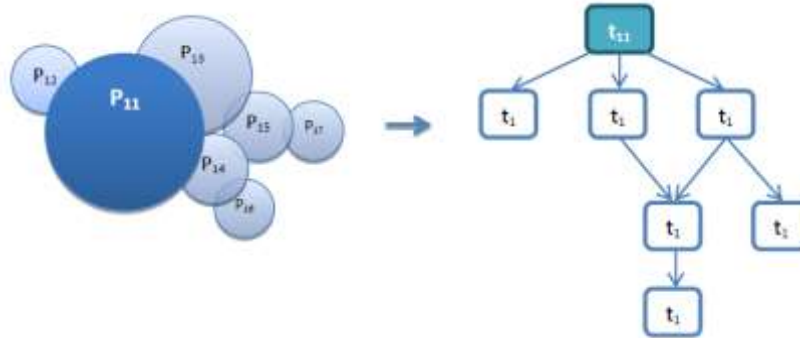


Рис. 2. Иллюстрация образовавшейся иерархии наследования

Полученную иерархию можно также представить в виде ориентированного графа, который в общем случае из-за множественного наследования не будет являться ациклическим.

В данном графе $G = \{V, E\}$ множество вершин V будет представлять собой множество классов T_k , а множество дуг E будет отражать отношение наследования между классами. То есть, дуга из t_1 в t_2 существует тогда и только тогда, когда класс t_2 наследует класс t_1 .

С другой стороны, каждому классу t_j поставлено в соответствие множество страниц P_j , и из введенного ранее понятия наследования следует, что если t_2 наследует t_1 , то $P_2 \cap P_1 \neq \emptyset$, т.е. $P_2 \cap P_1 = P_{2,1} \neq \emptyset$ (7). Подсчитав размерность $M_{2,1}$ образуемого на пересечении P_2 и P_1 множества $P_{2,1}$, мы можем установить вес дуги из t_1 в t_2 равным $M_{2,1}$. Установив веса для каждой из дуг ориентированного графа G , мы получим взвешенный ориентированный граф.

На основе рассмотренной объектно-ориентированной модели веб-сайта построим его семантическую структуру, которая будет динамически обновляться при добавлении новых веб-страниц.

За основу примем многоуровневую логическую структуру, на каждом уровне которой разделами будут являться классы t . Первый уровень будет содержать все базовые классы t_{ki} . Для каждого базового класса t_{ki} второй уровень будет представлен классами, наследующими отдельный класс t_{ki} . Каждый последующий класс будет также состоять из классов, наследующих выбранный класс. Вся цепочка классов, от базового до последнего выбранного класса будет являться критерием отбора страниц для отображения. То есть пользователю будут отображаться все страницы, относящиеся к выбранным им классам в виде списка заголовков страниц (с аннотациями).

При добавлении новой страницы на веб-сайт автор указывает теги (классы) для добавляемой страницы либо выбирая из существующих, либо вводя новые теги. Это означает, что образуется новое непустое пересечение множеств, соответствующих добавляемым классам. В связи с этим иерархия классов изменяется, что незамедлительно сказывается на изменении логической структуры сайта.

В таком случае навигация по гипертекстовой структуре осуществляется путем перехода по иерархии классов, и в каждый момент времени пользователю будут отображаться все страницы, относящиеся к выбранным классам. Двигаясь последовательно по ориентированному графу, соответствующему структуре

классов (и логической структуре сайта), пользователь уточняет свой запрос, оставляя в списке отображаемых страниц только наиболее подходящие, причем иерархическая структура классов динамически изменяется при добавлении или удалении страниц контента.

На данный момент ведется разработка прототипа веб-сайта, структура которого основана на рассмотренной в данной работе объектно-ориентированной модели. Стоит также отметить, что на основе рассмотренной модели веб-сайта могут быть разработаны и другие техники и механизмы оптимизации логической структуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Chavarriaga E. A model-driven approach to building modern Semantic Web-Based User Interfaces / E. Chavarriaga, J. Macias // *Advances in Engineering Software*. 2009. № 40. С. 1329-1334.
2. Beydoun G. Formal concept analysis for an e-learning semantic web / G. Beydoun // *Expert Systems with Applications*. 2009. № 36. С. 10952-10961.
3. Rotard M. Semantic lenses: Seamless augmentation of web pages with context information from implicit queries / M. Rotard, M. Giereth, T. Ertl // *Computers & Graphics*. 2007. № 31. С. 361-369.

Сытник Александр Александрович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Информационные системы и технологии» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Aleksandr A. Sytnik – Dr. Sc., Professor
Head: Department of Information Technologies and Systems
Gagarin Saratov State Technical University

Салин Владимир Сергеевич – студент 5 курса факультета информатики и информационных технологий Саратовского государственного социально-экономического университета

Vladimir S. Salin – Undergraduate
Department of Informatics and Information Technologies
Saratov State Socio-Economic University

Папшев Сергей Владимирович – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Информационные системы и технологии» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Sergey V. Papshev – PhD, Associate Professor
Department of Information Technologies and Systems
Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 15.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 004.622

А.А. Сытник, Н.С. Вагарина, Н.И. Мельникова

ОНТОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ РЕСУРСОВ В КОНТЕКСТЕ ТЕХНОЛОГИЙ СЕМАНТИЧЕСКОГО ВЕБ

Рассматриваются формальные представления некоторых существующих подходов к описанию моделей метаданных мультимедиа информации в контексте технологий семантического Веб. Рассмотрены примеры мультимедийных онтологий всех трех уровней – верхнего уровня (upper), средней зоны (core) и онтологии предметных областей (domain ontology).

Форматы мультимедиа, мультимедийные онтологии, предметные онтологии, семантическое описание мультимедиа

A.A. Sytnik, N.S. Vagarina, N.I. Melnikova

ONTOLOGICAL DESCRIPTION OF MULTIMEDIA IN THE CONTEXT OF THE SEMANTIC WEB

The article gives a general overview of the existing approaches to the description of multimedia metadata models in the context of Semantic Web technologies. There are

examples of multimedia ontologies for all the three levels: the upper level (upper), the middle zone (core) and the domain ontologies.

Multimedia formats, multimedia ontology, domain ontologies, semantic description of multimedia

Разработчики различных форматов мультимедиа информации предлагают различные разметки для описания и осуществления поиска медиаинформации по различным критериям. Например, технология MusicDNA использует MPEG-7 и предусматривает наличие у музыкального файла 14 дескрипторов, которые могут хранить атрибуты такого характера, как темп, инструментовка, тональность и даже цвет. Таким образом, существуют независимые методы метаописаний информации одинаковой природы, интеграция которых возможна на базе онтологий, которые предоставляют всеобъемлющее единое описание предметных областей, являясь универсальной платформой реализации принципов семантического веба.

Рассмотрим некоторые формально описанные онтологии.

1. VRA – RDF/OWL

RDF/OWL Representation of VRA [1]. Ассоциация визуальных ресурсов (VRA) является организацией, состоящей из более чем 600 активных членов, включая многие американские университеты, художественные галереи и институты, работающие с большими коллекциями аннотируемых слайдов, изображений и других представлений произведений искусства. VRA работает над созданием стандартов для описания изображений с 1980-х гг. Для описания таких мультимедийных коллекций VRA определила Основные Категории VRA (VRA Core Categories) [2]. Они представляют собой ряд элементов метаданных. Набор элементов VRA содержит две группы элементов: категории описания объекта (Work Description Categories, 19 элементов) и категории описания визуального документа (Visual Document Description Categories, 9 элементов). Объект с точки зрения VRA представляет собой физическую сущность, т.е. то, что существует или существовало какое-то время в прошлом и чье изображение может быть сохранено в физической форме в качестве визуального документа оригинального объекта. Объектами могут быть произведения искусства, архитектуры, любые объекты из любых материалов и пр. Категории описания объекта включают тип, название, измерения, материал, технику, автора, роль, дату, имя репозитория и его местоположение, инвентарный номер, текущее положение, исходное положение, стиль, период, группу, связанные работы, дополнительные замечания и пр. Визуальный документ – это изображение, запечатлевшее объект, оно может существовать в разных форматах, включая фотографию или электронную форму. С одним объектом могут быть ассоциированы несколько визуальных документов. Категории для их описания включают тип, формат, дату, владельца, описание внешнего вида, источник и пр. Использование RDF/OWL представления VRA описано в проекте документа Консорциума Всемирной паутины (World Wide Web Consortium, W3C) – RDF/OWL Representation of VRA [3]. Это попытка описать использование RDF/OWL-представления для Основных Категорий VRA (Core Categories) с целью использования VRA для интеграции коллекций мультимедийных данных (произведений искусства и их изображений) различных учреждений друг с другом.

2. Exif – RDF/OWL

Один из наиболее широко применяемых сегодня форматов для цифровых изображений – Exif. EXIF (Exchangeable Image File Format) позволяет добавлять к изображениям и прочим медиафайлам дополнительную информацию (метаданные), комментирующую этот файл, описывающую условия и способы его получения, авторство и т. П. Получил широкое распространение в связи с появлением цифровых фотокамер. Информация, записанная в этом формате, может использоваться как пользователем, так и различными устройствами, например, принтером. Стандарт EXIF является чрезвычайно гибким (например, позволяет сохранить полученные с приёмника GPS координаты места съёмки) и допускает широкое развитие – как правило, фотоаппараты добавляют к файлу информацию, специфичную только для данной конкретной камеры. Правильно интерпретировать такую информацию могут только программы от изготовителя фотоаппарата. Разработчик формата – Japan Electronics and Information Technology Association (JEITA). EXIF является частью более широкого стандарта DCF.

Относительно недавно были сделаны попытки представить тэги метаданных EXIF в виде RDFS онтологий. Существует два подхода очень близких по сути подхода:

– Kanzaki EXIF RDF-схема, которая была предложена Masahide Kanzaki (<http://www.kanzaki.com/>), исследователем и разработчиком Семантического Веб, автором нескольких веб-онтологий, таких как Музыкальный Словарь и Словарь Exif. Данный подход обеспечивает преобразование основных тегов метаданных EXIF в RDF-схему. При этом метаданные EXIF извлекаются из изображений и автоматически отображаются в их RDF-представление. Описание представления формата Exif с использованием RDF схемы приведено в документе Exif vocabulary workspace – RDF Schema [4].

– Norm Walsh EXIF RDF-схема предлагает другое кодирование тегов метаданных EXIF в RDF-схему. N. Walsh использует возможности java-приложения JPEGRDF, которое обеспечивает API для чтения и управления метаданными, сохраненными в jpeg формате (<http://nwalsh.com/java/jpegrdf/>).

3. DIG35 – RDF/OWL

DIG35 [5] – стандарт метаданных для цифровых изображений. Спецификация DIG35 включает стандартный набор метаданных для цифровых изображений, который способствует расширяемости и взаимодействию метаданных между различными цифровыми устройствами отображения. Спецификация DIG35 распространяется за плату (\$35). Формальное представление формата – DIG35 OWL Ontology [6].

4. MPEG-7 – RDF/OWL

MPEG-7 – стандарт ISO/IEC, разработанный Moving Picture Experts Group (MPEG) – автором всех известных MPEG – стандартов (MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4). MPEG-7 стандартизирует описание различных типов мультимедиа-информации. Описания ассоциированы с мультимедиа-контентом, тем самым позволяя производить удобный ассоциативный поиск. Кроме стандартизации описаний predefined типов контента, MPEG-7 стандартизует механизм создания подобных описаний. Мультимедиа-контент может содержать следующие типы информации: изображения (растровые статические изображения, векторную графику), 3D-модели, аудио, речь, видео, а также информацию о комбинации элементов этих типов в едином мультимедиа-поток или презентации (в виде своеобразных сценариев). Главной областью применения и позиционирования MPEG-7 является сеть Интернет. Одной из структурных составляющих MPEG-7 является схема описания мультимедиа (MDS), которая включает набор дескрипторных средств, работающих с мультимедиа-элементами в целом. Данные средства могут быть разделены на следующие составляющие:

- описание контента: представление воспринимаемой информации;
- управление контентом: информация о свойствах, создании и использовании аудиовизуального контента;
- организация контента: представление анализа и классификации различных аудиовизуальных составляющих контента;
- навигация и доступ: обобщенная спецификация составляющих аудиовизуального контента;
- взаимодействие с пользователем: описание пользовательских настроек и истории использования мультимедиа-материала.

Для MPEG-7 не существует общепризнанного представления в виде RDF/OWL. Однако, начиная с 2001 года, ведутся исследования, и идет разработка методов формализации MPEG-7 на основе онтологий. В настоящее время в Семантическом веб используются четыре основные онтологии, формализующие формат MPEG-7 [7].

4.1. MPEG-7 Upper MDS Ontology Хантер

В 2001 Хантер предложил начальный ручной перевод MPEG-7 в RDFS и обосновал необходимость этого для использования формального описания MPEG-7 в рамках Семантического Веб. Эта онтология была переведена на язык OWL. Текущая версия этой OWL-онтологии содержит классы, определяющие типы медиаинформации (аудио, аудиовизуальная, видео и пр.) и элементы схемы описания мультимедиа (MDS). Кроме того, определены дескрипторы для описания сведений о производстве и создании, использовании, структуре и другой медиаинформации. Просматривать данную онтологию можно средствами редактора Protégé (protege.stanford.edu). Онтология Хантер обычно применяется для декомпозиции изображений и их визуальных дескрипторов для использования в больших семантических структурах. Чаще всего онтология Хантер применяется в соединении с моделью метаданных ABC. ABC – концептуальная модель для облегчения интероперабельности между онтологиями метаданных в различных предметных областях [8]. В подходе, предложенном Хантер, онтология ABC используется в качестве основы, ядра для обеспечения интеграции mpeg7 и специфических онтологий предметных областей. Более определенно класс mpeg7:MultimediaContent определяется как подкласс класса abc:Manifestation класса, с которым в свою очередь связаны понятия из онтологии предметной области. Кроме ABC, онтология Хантер может быть согласована с другими онтологиями верхнего уровня, например SUMO [9] или DOLCE [10]. Онтология SUMO претендует на статус стандарта онтологий верхнего уровня. Она содержит наиболее общие и самые абстрактные концепты, имеет исчерпывающую иерархию фундаментальных понятий и большой набор аксиом, определяющих эти понятия. Онтология охватывает следующие области знания: общие виды процессов и объектов, абстракции (теория множеств, атрибуты, отношения), числа и единицы измерения, временные понятия, части и целое, агенты и намерения. Онтология DOLCE (Descriptive Ontology for Linguistic and Cognitive Engineering) – первая из онтологий в библиотеке базовых онтологий проекта WonderWeb [10].

4.2. MPEG-7 DS-MIRF ontology (онтология Ширанакки)

В 2004 Chrisa Tsiranaki предложил онтологию DS-MIRF, которая полностью заимствовала у OWL семантику MPEG-7 MDS и схемы классификации [11].

Данная онтология может визуализироваться с помощью GraphOnto или Protege и была проверена и классифицирована on-line валидатором WonderWeb OWL, является OWL DL онтологией. Содержит 420 классов и 175 свойств. Онтология DS-MIRF была интегрирована с OWL-онтологиями таких предметных областей как футбол и гонки Формулы 1, что продемонстрировало интеграцию знаний предметной области

с конструкциями MPEG-7. Онтология DS-MIRF осмыслялась вручную, согласно методологии, обрисованной в общих чертах в работе «Ontology-Driven Interoperability for MPEG-7» [12].

В онтологии Tsiranaki семантическая часть MPEG-7 переводится в форму онтологии, которая служит ядром для приложения онтологий предметных областей, для получения уже конкретных MPEG-7 аннотаций понятий из соответствующей предметной области. Описания метаданных, полученные на основе этого подхода, не будут совместимы один-в-один с результатами других подходов, которые связывают специфические онтологии предметных областей с MPEG-7. Предложенная Tsiranaki онтология может использоваться в аудиовизуальных цифровых библиотеках и электронном обучении (e-learning).

4.3. MPEG-7 Rhizomik Ontology

Инициатива Rhizomik (Испания) направлена на создание, развитие и исследование инструментов Семантического веб. В 2005 году был представлен подход Rhizomik (Garcia, Celma), который заключался в наложении конструкций схемы XML на конструкции OWL и преобразование в RDF. Цель онтологии Rhizomik – описать весь стандарт MPEG-7. Она является наиболее полной и содержит 2372 класса и 975 свойств. Примеры онтологий, созданных в соответствии с подходом Rhizomik, можно увидеть на <http://rhizomik.net/html/ontologies/mpeg7ontos/>. Онтологии изначально созданы с использованием OWL Full. Позднее был использован OWL DL, что позволило отображать входные XML элементы на соответствующие OWL – свойства в зависимости от типа контента входного XML-элемента. Созданные онтологии могут быть визуализированы с помощью Protege или Swoor и проверены on-line валидатором WonderWeb OWL.

Главное преимущество этого подхода состоит в том, что он использует информацию из огромного объема уже имеющихся метаданных, произведенных сообществом XML. Кроме того, данный подход реализован в проекте ReDeFer project11, который позволяет автоматически отображать входные XML-схемы в OWL онтологии и затем в метаданные RDF.

4.4. Core Ontology for Multimedia (COMM)

Основная онтология мультимедиа COMM (Core Ontology of MultiMedia) была предложена Arndt и др. в 2007 году [14]. Она основана на стандарте MPEG-7 и онтологии верхнего уровня Dolce. Онтологию DOLCE предполагается применять в Semantic Web для согласования между интеллектуальными агентами, использующими разную терминологию. Основная цель разработчиков – создать модель, помогающую при сравнении и объяснении связей с другими онтологиями библиотеки WFOL (базовой библиотеки онтологий WonderWeb), а также для выявления скрытых допущений, лежащих в основе существующих онтологий и лингвистических ресурсов, таких как WordNet. DOLCE имеет когнитивный уклон в том смысле, что фиксирует онтологические категории с точки зрения естественного языка и здравого смысла человека. COMM является OWL DL онтологией, состоит из мультимедийных паттернов, созданных на основе специализации паттернов DOLCE. Онтология описывает очень большую часть стандарта MPEG-7. Явное представление алгоритмов создания и описания мультимедийных паттернов позволяет описать шаги анализа мультимедиа информации, что невозможно сделать непосредственно в MPEG-7.

Как онтология верхнего уровня онтология COMM очень общая и содержит лишь минимум концептов, необходимых для понимания других понятий из предметной области. Цель данной онтологии – быть основой для создания новых онтологий и связующим звеном между существующими онтологиями рассматриваемой предметной области.

5. Mindswap Image Region Ontology

Mindswap Image Region Ontology [15] – OWL онтология, моделирующая различные понятия и их отношения из предметной области цифрового медиа. Основная цель данной онтологии – представить выразительные средства для описания того, какая информация представлена в тех или иных мультимедийных ресурсах, включая изображение и видео. Онтология определяет как концепты, например, изображение, видео и др., так и различные виды отношений между ними (например «изображает», «является фрагментом» и др.)

6. Audio Онтологии

6.1. Common Music Ontology

Common Music Ontology [18] – спецификация онтологии музыки, предлагает семантические описания основных концептов и их свойств для описания понятий из предметной области музыки (например, исполнители, альбомы, треки и т.д.). Основана на открытой *музыкальной энциклопедии* MusicBrainz (<http://musicbrainz.org/>), которая хранит сведения о когда-либо записанной музыке, а не саму музыку. В основу MusicBrainz был положен запатентованный алгоритм TRM фирмы Relatable, используемый для организации акустических отпечатков. Для описания музыкальных метаданных используется RDF/XML.

Музыкальная Онтология разделена на три уровня выразительности – от самого простого до более сложного. Все понятия разделены на следующие категории:

Уровень 1: обеспечивает словарь для простой редакционной информации (треки / исполнители / релизы и т.д.)

Уровень 2: обеспечивает словарь для описания технологического процесса создания музыкальной продукции (композиция, аранжировка, запись, и т.д.)

Уровень 3: обеспечивает словарь для сложной декомпозиции событий, например что происходит во время конкретного исполнения, выделить из оркестрового исполнения конкретный инструмент, например скрипку.

6.2. Kanzaki

Словарь для описания классической музыки и ее исполнения [19]. Определяет такие классы и свойства музыкальных произведений как жанр, инструмент, исполнитель и др. Позволяет определить семантический смысл того или иного понятия. Например, отделить смысл слова «опера» как жанра от конкретного исполнения оперы (спектакль).

6.3. Music Production

Ряд онтологий OWL DL, разработанных для описания понятий технологического процесса производства музыкальной продукции. Это несколько онтологий, описывающих понятия разных стадий и аспектов цикла музыкального производственного процесса (<http://moustaki.xtr3m.org/musicont/>).

6.4. Music Recommendation

Простая OWL DL онтология, которая определяет основную информацию об исполнителях музыкального произведения, – музыкантах, певцах и их отношениях, а также включает некоторые описания, автоматически извлеченные из аудиоинформации (ритм, тональность и т.д.) (<http://foafing-the-music.iaa.upf.edu/ISWC2006>).

7. Ontology for Media Resource 1.0

W3C Media Annotations Working Group в марте 2011 года опубликовала проект онтологии медиаресурсов – Ontology for Media Resource [20].

Этот документ определяет базовый набор свойств метаданных для медиаресурсов, а также установление их соответствия элементам различных существующих форматов метаданных. То есть предполагается, что эта представляемая в проекте RDF / OWL онтология создаст основу для обеспечения совместимости между различными видами форматов метаданных, используемых в настоящее время для описания медиаресурсов Интернета. Положения данного документа относятся к медиаресурсам Интернет, а не ресурсам, размещенным в местных архивах, музеях и т.п.

Проанализированные подходы к метаописанию мультимедийной информации показывают наличие множества нерешенных задач, разрешение которых возможно на основе дальнейшего взаимодействия сообществ, занимающихся вопросами описания мультимедиа и семантического веба.

Обычно метаданные мультимедиа поступают из различных источников: создатели мультимедиа, издатели, редакторы, пользователи и др. Автоматически генерируемые или создаваемые вручную метаописания мультимедиа описывают различные уровни представления информации. Другой вопрос – это качество этого метаописания. В решении этого вопроса эффективной является интеграция технологий Семантического веб и существующих методологий создания метаданных для мультимедиа. Она может быть достигнута путем уменьшения сложности мультимедийных метаданных и развития мультимедийных сервисов. Однако здесь существует ряд проблем. Во-первых, большая часть семантически ориентированных веб-приложений являются распределенными и неоднородными. То есть должны быть продолжены исследования по разработке средств методов объединения онтологий и «выравнивания» средств спецификации онтологий. Во-вторых, инструменты создания метаданных для мультимедиа должны быть доступны для непрофессиональных пользователей для того, чтобы они могли генерировать качественные метаданные. С технической точки зрения инструменты метаданных должны скрывать детали применения лежащих в их основании стандартов, и особенности хранения метаданных. В-третьих, необходимы инструменты для создания мультимедийных сервисов управления интеллектуальным хранением метаданных. Такая связь метаданных и мультимедиа обеспечит новые области разработки интеллектуальных медиа-сервисов и усилит дальнейшие научные исследования в области Семантического веб.

ЛИТЕРАТУРА

1. RDF/OWL Representation of VRA // URL: <http://www.w3.org/2001/sw/BestPractices/MM/vra-conversion.html>
2. VRA Core Categories [VRA Data Standards Committee, 2002] //URL: <http://php.indiana.edu/~fryp/vracore3.htm>
3. Exif vocabulary workspace – RDF Schema // URL: <http://www.w3.org/2003/12/exif/>
4. Спецификация формата DIG35 // URL: <http://www.bgmb.org/tdwg/acc/Documents/DIG35-v1.1WD-010416.pdf>

5. DIG35 OWL Ontology v0.2, metadata for digital images // URL: <http://multimedialab.elis.ugent.be/users/gmartens/Ontologies/DIG35/v0.2/>
6. MPEG-7 based Multimedia Ontologies: Interoperability Support or Interoperability Issue? / R. Troncy, O. Celma, S. Little, C. Tsiradaki // URL: <http://rhizomik.net/html/~roberto/papers/mareso-2007.pdf>
7. Lagoze C. The ABC Ontology and Model / C. Lagoze, J. Hunter // URL: http://dublincore.org/archives/2001/10/public_html/proceedings/product/paper-26.pdf
8. Standard Upper Ontology Working Group. Suggested Upper Merged Ontology // URL: <http://suo.ieee.org/SUO/SUMO/index.html>
9. Laboratory for applied ontology. DOLCE: a Descriptive Ontology for Linguistic and Cognitive Engineering // URL: <http://www.loa.istc.cnr.it/DOLCE.html>
10. The World Wide Web Consortium (W3C). MPEG-7 and the Semantic Web // URL: <http://www.w3.org/2005/Incubator/mmsem/XGR-mpeg7/>
11. C. Tsiradaki. In the Proceedings of DELOS Conference // URL: <http://www.delos.info/files/pdf/DELOS%20Multimatch%202007/Papers/4tsiradaki.pdf>
12. Rizomik initiatives // URL: <http://rhizomik.net/html/>
13. Core Ontology for Multimedia (COMM) // URL: <http://comm.semanticweb.org/>
14. Maryland Information and Network Dynamics Lab Semantic Web Agents Project. The MINDSWAP Group // URL: <http://www.mindswap.org/>
15. The World Wide Web Consortium (W3C). Multimedia Semantics on the Web: Vocabularies // URL: <http://www.w3.org/2005/Incubator/mmsem/wiki/Vocabularies.html>
16. A Flexible Approach for Managing Digital Images on the Semantic Web / Halashed-Wiener, A. Schain, J. Golbeck, M. Grove, B. Parsia, J. Hendler // Proc. Of the 5th International Workshop on Knowledge Markup and Semantic Annotation (SemAnnot 2005), Galway, Ireland, 7.
17. Music Ontology Specification // URL: <http://pingthesemanticweb.com/ontology/mo/>
18. The Web Kanzaki. Kanzaki music vocabulare // URL: <http://www.kanzaki.com/ns/music>
19. The World Wide Web Consortium (W3C). Ontology for Media Resource 1.0 // URL: <http://www.w3.org/TR/mediaont-10/>

Сытник Александр Александрович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Информационные системы и технологии» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Aleksandr A. Sytnik – Dr. Sc., Professor
Head: Department of Information Technologies and Systems
Gagarin Saratov State Technical University

Вагарина Наталия Сергеевна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Информационные системы и технологии» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Nataliya S. Vagarina – PhD, Associate Professor
Department of Information Technologies and Systems
Gagarin Saratov State Technical University

Мельникова Нина Ивановна – доктор социологических наук, профессор кафедры «Информационные системы и технологии» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Nina I. Melnikova – Dr. Sc., Professor
Department of Information Technologies and Systems
Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 15.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 004.622

А.А. Сытник, Н.С. Вагарина, Н.И. Мельникова

ТЕХНОЛОГИИ СЕМАНТИЧЕСКОГО ВЕБ ДОСТУПА К МУЛЬТИМЕДИЙНЫМ АКТИВАМ

Преодоление семантического разрыва в использовании мультимедийных активов возможно при использовании технологий семантического веба. Анноти-

рование мультимедийных активов на основе предметно-независимых мультимедийных онтологий и предметных онтологий сможет обеспечить их многократное долгосрочное использование.

Мультимедийные активы, семантический разрыв, мультимедийные онтологии, предметные онтологии

A.A. Sytnik, N.S. Vagarina, N.I. Melnikova

SEMANTIC WEB TECHNOLOGIES TO ACCESS MULTIMEDIA ASSETS

Overcoming the semantic divide when using multimedia assets is possible on the semantic web technologies base. Annotation of multimedia assets on the basis of thematic independent multimedia ontology and thematic ontology will help providing multiple re-use of multimedia assets.

Multimedia assets, semantic divide, multimedia ontology, thematic ontology

Беспрецедентное развитие мультимедийных технологий в последнее десятилетие привело к появлению больших слабоструктурированных мультимедийных активов, в том числе образовательных. Становление онлайн-образования, т.е. образования на основе использования цифровых образовательных ресурсов посредством компьютерных сетей, требуют нового подхода к структурированию и доступу к мультимедийным активам. В образовательной среде таковыми, прежде всего, являются презентации или, точнее презентационные фильмы к лекциям, выступлениям на конференциях, семинарах, тренингах и пр. Схожие процессы по развитию онлайн-образования и соответствующего производства мультимедийных активов идут во всех странах, которые имеют развитые системы образования.

В Европейском Союзе, по данным агентства по образованию, аудиовизуальным средствам и культуре (Education, Audiovisual and Culture Executive Agency) 2011 г. все европейские страны имеют национальные стратегии использования информационно-коммуникационных технологий в среднем образовании [4]. В большинстве стран используется широкий спектр информационно-коммуникационного оборудования. Учителям рекомендуется использовать компьютеры, проекторы, DVD, видео, телевидение, видекамеры, интерактивные доски. Спектр используемого программного обеспечения также достаточно обширен: офисные приложения, учебные приложения, мультимедийные приложения, коммуникационное программное обеспечение, цифровые учебные игры, цифровые ресурсы. В ряде стран в учебном процессе уже используют мобильные устройства и электронные книги. В свою очередь, виртуальные среды обучения объединяют весь спектр новых технологий и ресурсов для создания персонализированного пространства онлайн-обучения.

По данным исследования, осуществлённого консорциумом Sloan, в США в 2010 г. более 6,1 млн. студентов изучали в осеннем семестре, по крайней мере, один курс в онлайн-форме [2]. По сравнению с предыдущим годом количество онлайн-студентов увеличилось на 0,56 млн. чел. Количество онлайн-студентов неуклонно продолжает расти, опережая общую численность студентов высших учебных заведений, никаких признаков замедления не обнаруживается. Например, темпы роста онлайн-регистрации в 2010 г. составили 10,0%, в то время как темпы роста общей численности студентов составили лишь 2% за тот же период. По крайней мере, один курс в онлайн-режиме изучали 31% студентов высших учебных заведений. Онлайн-образование является составной частью долгосрочной стратегии развития 65% высших учебных заведений. Необходимо также отметить, что существует последовательное во взглядах академическое меньшинство, обеспокоенное тем, что качество онлайн-обучения может быть не тождественным традиционному очному обучению. В 2010 г. это меньшинство составило 11%. Интерпретация данных результатов в терминах теории диффузии инноваций Э. Роджерса показывает, что онлайн-образование захватило полностью социальную систему. Согласно Роджерсу, инновация определяется как идея, метод, или объект, воспринимаемые в качестве новых соответствующим субъектом освоения [8]. Диффузия является процессом, при котором инновация распространяется посредством определенных коммуникационных каналов во времени среди членов некоторой социальной системы, при этом индивидуумы, обеспечивающие продвижение инновации, называются агентами влияния, а те, кто воспринимает инновацию, называются адептами. Таким образом, по состоянию на 2010 г. такая инновация как онлайн-образование охватила полностью социальную систему, в которой данная инновация распространяется во времени, включая инноваторов (2-3%), ранних адептов (14-15%), раннее большинство (33%), позднее большинство (33%). Во всякой социальной системе при адаптации инноваций всегда существуют так называемые «отстающие» в количестве около 16%, которые никогда не станут

адептами инновации. Следовательно, исходя из данных отчётов Sloan, количество приверженцев онлайн-нового образования в академической социальной системе США можно рассматривать исчерпанным.

Особенность диффузионного процесса состоит в том, что любая его точка может стать точкой стагнации или даже отката, но именно при переходе от ранних адептов к раннему большинству наиболее вероятен провал инновации. Это - критическая точка диффузионного процесса. Sloan проводит исследование онлайн-образования США начиная с 2002 г. По его данным, уже в 2002 г. эта критическая точка была пройдена. Онлайн-образование вышло на уровень «позднее большинство», поскольку ещё 27,6% академической социальной системы отказывали онлайн-образованию в правах на существование. Таким образом, распространение инновации в самой лёгкой части диффузионного процесса, при переходе от раннего большинства к позднему, составило 8 лет. Систематические исследования на протяжении многих лет показывают сложность диффузионного процесса онлайн-образования. Одной из причин этого является опережение технологий создания цифровой информации от механизмов доступа к ней, за исключением текстовой информации. Однако текстовая информация наиболее сложно воспринимаемый тип информации в онлайн-образовании. Эффективное онлайн-образование требует мультимедийного представления информации, т.е. возможности представления информации различной природы посредством одного устройства, каковым в настоящее время является компьютер.

Из-за неструктурированности и линейности доступа к мультимедийным активам их большая часть в полной мере не используется. Возникает так называемый семантический разрыв, т.е. несоответствие извлекаемой мультимедийной информации конкретным информационным потребностям пользователя. Как уже указывалось, наибольшей частью образовательных мультимедийных активов является презентационное видео. Их создано, можно сказать, несметное количество, но участники образовательного процесса зачастую испытывают трудности в поиске конкретных частей информации в презентациях. Иногда даже автору требуется просматривать материал несколько раз, чтобы найти нужный фрагмент. Для обеспечения эффективного использования стремительно наращиваемых мультимедийных активов, необходимо осуществить соответствующее описание и создать механизмы доступа, чтобы эти активы стали многократно используемыми, так же как и текстовая информация. Тщательное описание мультимедийных активов является важнейшей предпосылкой их использования различными пользователями.

Существует множество подходов к описанию мультимедийных активов. Но в основе каждого из этих подходов можно выделить два этапа: фрагментация и описание выделенных фрагментов. Так, например, непрерывный поток видеоданных представляется в виде набора значимых фрагментов, а затем осуществляется их описание. При фрагментации необходимо определить объект индексации и уровень детализации. В случае презентации естественная иерархия в представлении материала требует иерархической структуры фрагментации, индексирования и доступа к нему. Другие типы мультимедийных активов требуют своих подходов к фрагментированию. Одной из наиболее ранних работ в этой области является проект Cornell Lecture Browser, который использует различия бинарного представления слайдов для фрагментации слайдового видеопотока [3, 6]. В 2002 г. была предложена функция плотности контента [7]. Оказалось, что границы темы совпадают с приливами и отливами «плотности» видеоконтента. В 2003 г. была предложена методика сегментации лекционного видео через вычисление похожести векторов заголовков, полученных из текста, и последовательности лекционных векторов, полученных из лекционной речи [10]. В 2005 г. были предложены лингвистические подходы к сегментации видео [5].

Несмотря на достигнутые успехи, семантический разрыв сохраняется, поскольку информационные потребности пользователей не обеспечиваются соответствующими мультимедийными активами. Пользователи из различных предметных областей или различной подготовки воспринимают предоставляемые мультимедийные активы с различных точек зрения и интересуются только их определённым аспектом. Однако большая часть существующих систем поиска информации имеет единственное описание этих данных. А это означает, что для систем поиска практически невозможны множественность и персонализированность представления мультимедийных активов для пользователей с различными интересами. В результате степень релевантности поисковой выдачи по запросам к этим активам является низкой. Происходит это по причине недостаточного описания самих данных, когда в полной мере не учитываются синтаксические и семантические ограничения. Поэтому трудно выделить релевантные данные из постоянно растущего объёма мультимедийных активов.

Проблема релевантности поисковой выдачи характерна не только для мультимедийных активов, но и в целом для web-сервиса. Информационное переполнение в Интернете потребовало нового подхода к организации данных. В 2004 г. возникла концепция семантического веба (Semantic Web, Sweb) или Web 3.0. Семантический веб был предложен консорциумом W3C в качестве новой модели развития web-сервиса. Основным содержанием данного подхода является использование семантических моделей – онтологий, которые строятся на основе дескрипционных логик. Существуют стандарты языков описания онтологий и метаданных (например, RDF, OWL, SPARQL), а также инструменты для работы с онтологиями, такие как редакторы онтологий, например, Protégé и системы логического вывода, например, Pellet.

Следует отметить, что трудности реализации концепции Sweb в рамках всего Интернета связаны с необходимостью создавать и поддерживать онтологии, а также в связи со сложностью интеграции ресурсов. Однако идеи и технологии Sweb следует использовать для развития информационных систем в рамках локальных сетей, в частности университетов. Sweb определяет рамки, которые позволяют разделять данные и повторно их использовать различными пользователями и приложениями. Sweb предлагает мягкую эволюцию существующих информационных ресурсов.

Существуют два типа онтологий: предметно-независимые онтологии и онтологии предметных областей.

Предметно-независимые онтологии описывают общие свойства информации различной природы. Для описания мультимедийных активов созданы специальные мультимедийные онтологии. Мультимедийные онтологии описывают мультимедийные сущности, структуру и контент, которые могут быть в различных предметных областях. Наиболее широко распространёнными стандартами описания мультимедийного контента являются дублинское ядро (Dublin Core) и MPEG-7. MPEG-7 предлагает большой набор инструментов для описания мультимедийных активов в различных аспектах, например создание контента, описание контента, управление контентом, навигация и доступ, взаимодействие пользователей и др. Ряд мультимедийных онтологий разработан на основе стандартов MPEG-7 [9]. К таковым следует отнести онтологии Хантер, Ширанаки, COMM. Онтология Хантер является первой MPEG-7 онтологией и она покрывает верхнюю (upper) часть схемы описания мультимедиа (Multimedia Description Scheme, MDS) стандарта MPEG-7. Онтология Ширанаки покрывает полностью MDS стандарта MPEG-7. Онтология COMM (Core Ontology for MultiMedia) основана на онтологии верхнего уровня DOLCE (Descriptive Ontology for Linguistic and Cognitive Engineering, <http://www.loa.istc.cnr.it/DOLCE.html>) и описывает большую часть стандарта MPEG-7. Эта онтология создается полностью автоматически из стандарта MPEG-7 и используется, например, в известном проекте MusicBrainz, который позволяет определить происхождение любого музыкального фрагмента из Интернета.

Создание мультимедийной онтологии осуществляется в несколько этапов. Во-первых, необходимо идентифицировать классы онтологий, которые описывают концепты предметной области и являются отправной точкой большинства онтологий. В мультимедийных онтологиях обычно выделяют следующие классы: мультимедийные сущности, немультимедийные сущности, дескрипторы сущностей. Мультимедийные сущности классифицируются следующим образом: графические образы, видео, аудио, видеоаудио, мультимедиа. Немультимедийные сущности включают: визуальные дескрипторы, аудиодескрипторы, структурные дескрипторы и семантические дескрипторы. Классы могут иметь подклассы, например, видеосегмент является подклассом видео. Отношение подкласс/класс может углубляться на несколько уровней в зависимости от предметной области. Затем все классы упорядочиваются в иерархию. Иерархическая концепция описывает различные отношения между классами, например, мультимедийные сущности разъединены с немультимедийными сущностями и дескрипторными сущностями, а видеосегмент является подклассом видео. Последний этап состоит в определении свойств каждого класса. Эти свойства в дальнейшем определяют допустимые отношения между мультимедийными, немультимедийными и дескрипторными сущностями.

Предметные онтологии предоставляют общий словарь для предметной области и определяют с разным уровнем формальности смысл терминов и отношений между ними. Знания в предметной онтологии формализуются в следующие иерархии: классы, отношения, функции, аксиомы и экземпляры классов. Классы в онтологии, как правило, организованы в таксономии.

Как уже указывалось, с развитием технологий семантического веба были разработаны несколько онтологий для аннотирования и представления мультимедийного контента. Для мультимедийных аннотаций презентаций, например, применяются алгоритмы выделения терминов по заголовкам, служебной информации слайдов и содержимому слайдов. В аннотации также может находиться информация о лекторе, длительности презентации и пр. Неинформативными словами для таких аннотаций являются слова из общепотребимого списка стоп-слов.

Мультимедийная онтология является предметно-независимой и может объединяться с различными предметно-зависимыми онтологиями для удовлетворения информационных потребностей различных пользователей. Новая онтология генерируется посредством объединения специальных знаний в предметной области с мультимедийной онтологией. Онтология затем используется для описания мультимедийных данных с целью интегрирования знаний предметной области для мультимедийного доступа и возрастания релевантности поисковой выдачи по запросам. В результате подобные онтологии работают для пользователей из различных предметных областей. Перед выделением терминов, например, из обрабатываемых слайдов удаляются неинформативные слова и пунктуация. Для того чтобы найти неинформативные слова во входном тексте для аннотации, происходит изучение частотности употребления терминов тематической онтологии. Основываясь на результатах частотного анализа тематической онтологии, можно выявить термины с очень высокой частотой употребления и объединить их со списком общепотребимых

мых стоп-слов, а затем использовать этот объединённый список для удаления неинформативных слов из исходного текста.

Для доступа к мультимедийным активам, описанным на основе мультимедийных онтологий, следует использовать существующие онтологии предметных областей и онтологии добычи знаний. Изучение взаимодействия этих онтологий можно использовать на онтологии большого проекта в области биоинформатики, который называется Открытые биомедицинские онтологии (Open Biomedical Ontologies, OBO) для которого консорциум Gene Ontology Consortium разработал онтологию генов - Gene Ontology (GO, www.geneontology.org). А для добычи знаний можно использовать онтологию Data Mining Ontology (DMO, <http://www.dmo-foundry.org/>). Онтология генов предоставляет словарь для описания генных продуктов в терминах биологических процессов, молекулярных функций и их положения в клеточных компонентах. Использование стандартизованных терминов в онтологии генов способствует востребованности генных продуктов, поскольку позволяет делать однотипные запросы по различным научным базам данных. Необходимо отметить, что онтологии наиболее развиты в настоящее время в биологии и являются важнейшей частью биоинформатики в области автоматизированной обработки высокопроизводительных экспериментов [1]. Вследствие обширности и открытости этих онтологий их следует использовать для проведения работ, связанных с исследованием особенностей представления мультимедийных активов и добычи знаний.

Для того чтобы применить онтологии к различным типам мультимедийных активов, необходимо рассматривать особенности описания данных в конкретных предметных областях, изучать созданные в этих предметных областях онтологии. Если подходящая предметная онтология отсутствует, то её необходимо разрабатывать, хотя это создание предметной онтологии является сложной и ответственной задачей. На основе тщательного изучения мультимедийных активов предметной области необходимо провести анализ и ранжирование мультимедийных онтологий для отбора наиболее подходящих к рассматриваемой предметной области. Как уже указывалось, существует ряд успешно применяемых предметно-независимых мультимедийных онтологий, которые можно использовать для описания различных типов мультимедийных активов.

Кроме того, необходимо подробно описать особенности многократного использования мультимедийных активов. Это позволит сделать множественное предоставление одного и того же мультимедийного контента с использованием различных предметных онтологий и таким образом удовлетворить разнообразные информационные потребности пользователей. Только в этом случае можно обеспечить долгосрочное использование созданных образовательных мультимедийных активов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пономаренко Е.А. Технологии знаний в протеомике / Е.А. Пономаренко, Е.В. Ильгисонис, А.В. Лисица // Биорганическая химия. 2011. Т. 37. № 2. С. 190-198.
2. Allen I.E., Seaman J. Going the Distance: Online Education in the United States / I.E. Allen, J. Seaman. Wellesley: 2011. 39 p. Available online: http://sloanconsortium.org/publications/survey/going_distance_2011.
3. Boreczky J. Comparison of Video Shot Boundary Detection Techniques / J. Boreczky, L. Rowe // Journal of Electronic Imaging. N.Y.: IS&T, SPIE, 1996. V. 5. Is. 2. P. 116-238.
4. Key Data on Learning and Innovation through ICT at School in Europe 2011, Chiffres clés de l'utilisation des TIC pour l'apprentissage et l'innovation à l'école en Europe 2 Schlüsselzahlen zum Einsatz von IKT für Lernen und Innovation in Schulen in Europa 2011. Education, Audiovisual and Culture Executive Agency, 2011. Available online: <http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice>.
5. Automated video segmentation for lecture videos / M. Lin, M. Chau, J. Cao, J.F. & Nunamaker // The International Journal of Technology and Human Interaction (IJTHI), 2005. V. 1. № 2. P. 27-45.
6. Mukhopadhyay S. Passive capture and structuring of lectures / S. Mukhopadhyay, B. Smith // 7th ACM international conference on Multimedia (MULTIMEDIA'99, Orlando, USA 5 Oct. 30 Nov. 1999): Proc. of conf. P. 1. N.Y., 1999. P. 477-487.
7. Phung D. High level segmentation of instructional videos based on content density / D. Phung, S.Venkatesh, C.Dorai // 10th ACM international conference on Multimedia (Multimedia'02, Juan-les-Pins, France. 1-5 dec. 2003) : Proc. of conf. N.Y., 2002. P. 295-298.
8. Roders E.M. Diffusion of innovations / E.M. Roders. 5rd Edition. NY, 2003. 541 p.
9. MPEG-7 based Multimedia Ontologies: Interoperability Support or Interoperability Issue? / R. Troncy, O. Celma, S. Little, R. Garcia, C. Tsiranaki // 1st Workshop on Multimedia Annotation and Retrieval enabled by Shared Ontologies (MARESo, Genova, Italy, 5 dec 2007): Proc. of workshop. 2007. P. 2-16. Available online <http://mklab.it/mareso/files/proceedings.pdf>

10. Yamamoto N. Topic segmentation and retrieval systems for lecture videos based on spontaneous speech recognition / N. Yamamoto, J. Ogata, Y. Ariki // 8th European Conference on Speech Communication and Technology: (EUROSPEECH 2003, Geneva, Switzerland 1-4 sept. 2003): Proc. of conf. N.Y., 2003. P. 961-964.

Сытник Александр Александрович –
доктор технических наук, профессор, заведующий
кафедрой «Информационные системы и технологии»
Саратовского государственного технического
университета имени Гагарина Ю.А.

Aleksandr A. Sytnik –
Dr. Sc., Professor
Head: Department of Information Technologies
and Systems
Gagarin Saratov State Technical University

Вагарина Наталия Сергеевна –
кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры «Информационные системы
и технологии» Саратовского государственного
технического университета имени Гагарина Ю.А.

Nataliya S. Vagarina –
PhD, Associate Professor
Department of Information Technologies and Systems
Gagarin Saratov State Technical University

Мельникова Нина Ивановна –
доктор социологических наук, профессор кафедры
«Информационные системы и технологии»
Саратовского государственного
технического университета имени Гагарина Ю.А.

Nina I. Melnikova –
Dr. Sc., Professor
Department of Information Technologies and Systems
Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 15.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 519.71

А.А. Сытник, Т.Э. Шульга

ОБ АЛГОРИТМИЧЕСКОЙ НЕРАЗРЕШИМОСТИ ЗАДАЧ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНО ИЗБЫТОЧНЫХ ДИСКРЕТНЫХ СИСТЕМ

Рассматриваются задачи математического моделирования функционально избыточных дискретных систем. Доказывается алгоритмическая неразрешимость данных задач для произвольного семейства дискретных систем. В качестве математической модели функционально избыточной системы используется универсальный конечный детерминированный автомат.

Функциональная избыточность, дискретная система, конечный детерминированный автомат, универсальный автомат, восстанавливающая последовательность

A.A. Sytnik, T.E. Shulga

ABOUT ALGORITHMIC INSOLUBILITY OF FUNCTIONAL REDUNDANT DISCRETE SYSTEMS MATHEMATICAL MODELING PROBLEMS

The problems of mathematical simulation of functional redundant discrete systems are considered. Their algorithmic insolubility for arbitrary class of discrete systems is proved. A universal deterministic finite automata is used as the mathematical model of functional redundant discrete systems.

Functional redundancy, discrete system, deterministic finite automata, universal automata, recreational sequence

Одним из основных требований к современным системам (техническим объектам, программным, социально-экономическим системам и др.) является требование адаптивности, т.е. способности системы изменяться в соответствии с быстро меняющимися условиями внешней среды. Адаптивность системы достигается наличием в ней некоторой избыточности.

Для модификации поведения системы характерно использование двух основных типов избыточностей: аппаратной (структурной) и функциональной (временной). Аппаратная избыточность подразумевает введение в состав системы дополнительных резервных элементов, которые реализуют требуемое поведение. Функциональная избыточность предполагает использование свойств текущего закона функционирования для формирования на выходах требуемой совокупности реакций только на основе имеющегося в данный момент или искусственно создаваемого резерва времени. При этом для формирования на выходе требуемой совокупности реакций на вход следует подавать специальные последовательности входных символов, которые будем называть восстанавливающими. Восстанавливающая последовательность – это последовательность входных символов, при подаче которой в любом текущем состоянии система в качестве последнего выходного символа генерирует требуемый выходной символ. Система обладает функциональной избыточностью относительно заданной совокупности требуемых поведений, если возможно построить восстанавливающие последовательности для каждой требуемой реакции системы из данной совокупности. Функциональная избыточность может выявляться в созданной системе с целью получения требуемой реакции, а также целенаправленно создаваться на этапе проектирования системы. В данной статье формулируются основные задачи математического моделирования функционально избыточных дискретных систем на содержательном и формальном уровне и определяются основные пути решения данных задач.

В качестве математической модели дискретной системы будем рассматривать конечный детерминированный автомат Медведева [1]

$$A=(X, S, \delta), \quad (1)$$

где $S = \{s_1, \dots, s_m\}$ – конечное множество внутренних состояний; $X = \{x_1, \dots, x_n\}$ – конечное множество входных сигналов; $\delta: X \times S \rightarrow S$ – функция переходов.

Пронумеруем состояния автомата натуральными числами $S = \{0, 1, \dots, m-1\}$ и представим функцию переходов данного автомата в виде обобщенных подстановок:

$$\delta_x : \begin{pmatrix} 0 & 1 & \dots & m-1 \\ s_0 & s_1 & \dots & s_{m-1} \end{pmatrix}, x \in X. \quad (2)$$

Обозначим $s = (0, 1, \dots, m)$, $s_x = (s_0, s_1, \dots, s_{m-1})$. Для краткости также будем использовать запись подстановки (2) в виде $\delta_x(s) = s_x$.

Поведение автомата (1) может быть описано функцией $\bar{\delta}: S \times X^* \rightarrow S$, где X^* – множество слов алфавита X .

Определение 1. Пусть текущее поведение системы M моделируется автоматом $A = (X, S, \delta)$, $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, а требуемое – автоматом $B = (X, S, \delta')$, $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$. Без ограничения общности будем считать $\delta'_{x_1}(s) \neq \delta_{x_1}(s), \dots, \delta'_{x_h}(s) \neq \delta_{x_h}(s), \delta'_{x_{h+1}}(s) = \delta_{x_{h+1}}(s), \dots, \delta'_{x_n}(s) = \delta_{x_n}(s)$. Система M является функционально избыточной системой относительно требуемых поведений $\{\delta'_x\}_{x \in X}$, если $(\forall i, i = \overline{1, h}) (\exists t_i \in X^*)$ такое, что $\delta'_{x_i}(s) = \bar{\delta}_{t_i}(s)$. Последовательность t_i будем называть восстанавливающей последовательностью для преобразования δ'_{x_i} (или для входного сигнала x_i).

Таким образом, система M обладает функциональной избыточностью, если возможно представить все автоматные преобразования автомата B , моделирующего требуемое поведение системы, через преобразования автомата A , моделирующего текущее поведение системы (рис. 1).

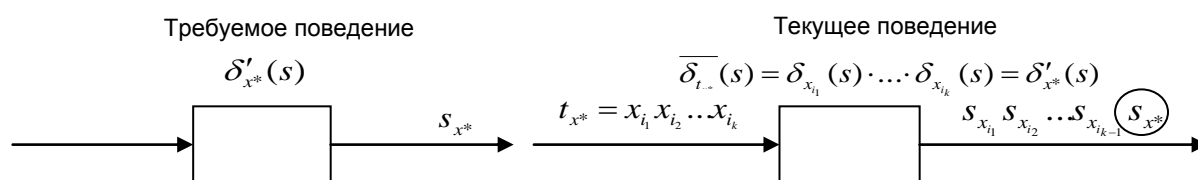


Рис. 1. Требуемое и текущее поведение функционально избыточной системы

С алгебраической точки зрения приложение последовательности входных сигналов индуцирует на множестве внутренних состояний преобразование, представляющее произведение преобразований, индуцируемых каждым из входных сигналов этой последовательности. При этом под произведением преобразований $\delta_{x_1}(s) \cdot \delta_{x_2}(s)$ понимается преобразование $\delta_{x_2}(\delta_{x_1}(s))$, обозначаемое как $\bar{\delta}_{x_1 x_2}(s)$, т.е. все возможные преобразования, индуцируемые автоматом, представляют собой полугруппу преобразований относительно операции умножения, а автоматные подстановки $\{\delta_x\}_{x \in X}$ – систему образующих этой полугруппы.

Замечание 1. Построение восстанавливающей последовательности для преобразования δ'_{x^*} автомата B означает нахождение представления этого элемента в виде произведения элементов системы образующих автомата A , т.е. элементов $\{\delta_x\}_{x \in X}$.

В алгебре это называется проблемой тождества. Известны системы образующих, в которых можно выразить любой элемент симметрической полугруппы, т.е. любое автоматное преобразование. Однако с точки зрения построения восстанавливающих последовательностей интересны не только возможность самого выражения, но и его способ, количество элементов в этом выражении, т.е. длина восстанавливающей последовательности. Эти задачи являются нетривиальными и в теории полугрупп не решаются, т.к. предполагают исследование многочисленных систем образующих, для каждой из которых может быть предложено свое решение. Исследуя конкретные, практически значимые классы систем, можно выделять системы образующих полугруппы автоматных преобразований этих классов и именно для них решать проблему тождества.

Для описания функционально избыточной системы используется модель универсального автомата-перечислителя, способного моделировать поведение заданного класса требуемых поведений системы в перечислительной форме.

Определение 2. Конечный детерминированный автомат $A = (X, S, \delta)$ является универсальным перечислителем для автоматов $\{A_i\}_{i \in I}$ семейства I , если выполняется следующее условие: $(\forall i \in I)$

$L(X_i^*) \subseteq L(X^*)$, где $L(X^*) = \{s \mid (\exists s^* \in S)(\exists p \in X^*) \overline{\delta}_p(s^*) = s\}$ – множество, перечислимое автоматом A , $L(X_i^*)$ – множество, перечислимое автоматом $A_i, i \in I$.

Из определений 1 (определение функциональной избыточности) и 2 (определение универсального автомата) следует справедливость следующего утверждения.

Утверждение 1.

Дискретная система обладает функциональной избыточностью относительно заданного класса требуемых поведений тогда и только тогда, когда автомат, описывающий текущее поведение системы, является универсальным перечислителем для автоматов, описывающих требуемые поведения системы.

Сформулируем основные задачи математического моделирования функционально избыточных дискретных систем на содержательном уровне и в терминах теории универсальных автоматов.

Задача 1. Задача определения функциональной избыточности дискретной системы.

Пусть задано текущее поведение дискретной системы, которое описывается с помощью конечного детерминированного автомата A .

Содержательная постановка задачи: определить класс поведений I , отличных от текущего, относительно которого дискретная система обладает функциональной избыточностью.

Постановка задачи в терминах теории универсальных автоматов (задача анализа универсального автомата): для автомата A построить семейство автоматов $\{A_i\}_{i \in I}$, для которого автомат A является универсальным.

Данная задача обычно ставится на этапе эксплуатации системы. Кроме того, функциональная избыточность может целенаправленно создаваться в системе на этапе ее проектирования. В этом случае возникает следующая задача.

Задача 2. Задача проектирования функционально избыточной дискретной системы

Пусть задан класс I требуемых поведений системы и каждое требуемое поведение $i \in I$ описывается автоматом A_i . Таким образом, предполагается заданным семейство конечных детерминированных автоматов $\{A_i\}_{i \in I}$, моделирующих требуемые поведения системы.

Содержательная постановка задачи: спроектировать систему таким образом, чтобы она обладала функциональной избыточностью относительно заданного класса требуемых поведений.

Постановка задачи в терминах теории универсальных автоматов (задача синтеза универсального автомата): построить автомат A , задающий текущее поведение системы, который является универсальным для семейства автоматов $\{A_i\}_{i \in I}$.

Если данная задача разрешима, то в общем случае она имеет не единственное решение. Следовательно, при решении задачи 2 возникает вопрос о выборе одного из универсальных перечислителей в качестве модели проектируемой системы. Для решения этого вопроса необходимо изучить такие характеристики универсального перечислителя, как количество входных сигналов, количество состояний, длительность реализации требуемых поведений, их взаимовлияние.

Задача 3. Задача определения возможности реализации требуемых поведений дискретной системы на основе функциональной избыточности

Пусть задано текущее поведение дискретной системы и класс I требуемых поведений системы, отличных от текущего.

Пусть текущее поведение описывается с помощью конечного детерминированного автомата A , а каждое требуемое поведение, отличное от текущего, $i \in I$ – с помощью автомата A_i . Таким образом, предполагаются заданными:

- конечный детерминированный автомат A , моделирующий текущее поведение системы;
- семейство конечных детерминированных автоматов $\{A_i\}_{i \in I}$, моделирующих требуемые поведения системы.

Содержательная постановка задачи: определить возможность реализации класса требуемых поведений дискретной системы на основе функциональной избыточности.

Постановка задачи в терминах теории универсальных автоматов: для каждого автомата семейства $\{A_i\}_{i \in I}$ проверить справедливость утверждения: $A \in U_n A_i, i \in I$, где $U_n A_i$ – множество всех универсальных автоматов для автомата A_i .

Таким образом, для определения возможности реализации требуемых поведений системы на основе функциональной избыточности необходимо и достаточно показать, что автомат A является универсальным для семейства автоматов $\{A_i\}_{i \in I}$.

Данную задачу можно решать одним из следующих способов:

- предложить *критерий универсальности* автомата для семейства автоматов и проверить выполнение данного критерия для заданного автомата A и семейства $\{A_i\}_{i \in I}$;
- для автомата A решить *задачу анализа* универсального автомата и проверить, что семейство $\{A_i\}_{i \in I}$ принадлежит решению этой задачи;

- для семейства автоматов $\{A_i\}_{i \in I}$ проверить, является ли автомат A решением *задачи синтеза* универсального автомата.

Если *задача 1*, *задача 2* или *задача 3* имеют положительное решение, т.е., если выполняется одно из следующих условий:

- заданный автомат A является универсальным для заданного семейства $\{A_i\}_{i \in I}$,
- построен автомат A , являющийся универсальным для семейства $\{A_i\}_{i \in I}$,
- для заданного автомата A построено семейство $\{A_i\}_{i \in I}$, для которого A является универсальным, то ставятся задачи разработки метода реализации требуемых поведений и его оптимизации. Для этих двух задач считаются заданными:

- конечный детерминированный автомат A , моделирующий текущее поведение системы;
- семейство конечных детерминированных автоматов $\{A_i\}_{i \in I}$, моделирующих требуемые поведения системы, для которого автомат A является универсальным.

Задача 4. Задача реализации требуемых поведений функционально избыточной дискретной системы

Содержательная постановка задачи: разработать метод реализации класса требуемых поведений функционально избыточной дискретной системы.

Постановка задачи в терминах теории универсальных автоматов: для каждого автомата A_i семейства I построить множество отображений $\{\varphi_i\}_{i \in I}$, каждое из которых удовлетворяет условию $\varphi_i(A) = A_i, i \in I$, или, иными словами, предложить метод построения восстанавливающих последовательностей автомата A , приложение которых моделирует преобразования автоматов семейства $\{A_i\}_{i \in I}$.

Такой метод можно сконструировать таким образом, чтобы он одновременно осуществлял построение восстанавливающих последовательностей и проверку принципиальной возможности их построения, т.е. являлся не только решением *задачи 4*, но и *задачи 3*.

Кроме метода построения восстанавливающих последовательностей, для решения данной задачи необходимо также определить механизмы и процедуры их приложения и снятия выходных реакций. То есть решение *задачи 4* подразумевает описание общей схемы реализации требуемых поведений дискретной системы на основе функциональной избыточности.

Задача 5. Задача оптимизации метода реализации требуемых поведений функционально избыточной системы

Содержательная постановка задачи: оптимизировать процесс реализации класса требуемых поведений функционально избыточной дискретной системы.

Постановка задачи в терминах теории универсальных автоматов: оптимизировать процесс построения и приложения восстанавливающих последовательностей универсального автомата A для моделирования в перечислительной форме поведения каждого из автоматов семейства $\{A_i\}_{i \in I}$.

Как видно из приведенного перечня задач, основополагающими задачами математического моделирования функционально избыточных дискретных систем являются задачи анализа и синтеза универсальных автоматов-перечислителей, а также задача построения восстанавливающих последовательностей. Именно вопросы о разрешимости этих задач для класса конечных детерминированных автоматов являются центральными вопросами математического моделирования функционально избыточных дискретных систем и определяют направления исследований. Рассмотрим их подробно.

Универсальный автомат может быть построен не для произвольного семейства автоматов, что подтверждает следующая теорема.

Теорема 1. Задача построения универсального конечного детерминированного автомата относительно произвольного семейства конечных детерминированных автоматов алгоритмически неразрешима [2].

Следствие теоремы 1. Задача построения универсального конечного детерминированного автомата относительно конечного семейства конечных детерминированных автоматов алгоритмически разрешима [2].

На основании данных теорем можно сделать вывод, представленный в следующей теореме и являющийся основополагающим в развитии математического моделирования функционально избыточных дискретных систем.

Теорема 2. Класс задач математического моделирования функционально избыточных дискретных систем (*задачи 1-5*) алгоритмически неразрешим для произвольного семейства дискретных систем.

Доказательство

1. Докажем алгоритмическую неразрешимость *задач 1-3*.

В силу утверждения *теоремы 1* проблема синтеза универсального автомата для произвольного класса объектов алгоритмически неразрешима. Таким образом, неразрешима задача проектирования (*задача 2*). Покажем, что на основании этого же утверждения можно сделать вывод и о неразрешимости задачи определения возможности реализации требуемых поведений (*задача 3*).

Для этого достаточно показать равносильность в плане алгоритмической неразрешимости задачи синтеза универсального автомата и задачи определения возможности реализации произвольного класса требуемых поведений системы на основе функциональной избыточности. Предположим противное.

Пусть проблема определения возможности реализации произвольного класса требуемых поведений системы на основе функциональной избыточности разрешима. Согласно *утверждению 1*, это означает возможность конструктивной проверки утверждения «автомат A , моделирующий текущее поведение системы, является универсальным для семейства автоматов $\{A_i\}_{i \in I}$, моделирующих класс требуемых поведений», т.е. предполагает наличие критерия универсальности относительного произвольного класса автоматов. Использование такого критерия позволяет формально определить процедуру нахождения универсального автомата в общем случае. Например, для каждого автомата семейства $\{A_i\}_{i \in I}$ можно найти множество его решений задачи реализации требуемых поведений функционально избыточной системой. Пересечение всех найденных множеств содержит автомат, универсальный для этого семейства. Таким образом, универсальный автомат, если он существует, будет найден. Пришли к противоречию.

Так как неразрешима *задача 3*, для произвольного семейства автоматов не существует критерия универсальности. Следовательно, алгоритмически неразрешима и проблема анализа универсального автомата (*задача 1*).

2. Докажем алгоритмическую неразрешимость *задач 4-5*.

В данной задаче предполагается заданным универсальный перечислитель A для семейства автоматов $\{A_i\}_{i \in I}$. Чтобы автомат A мог моделировать поведение автоматов семейства $\{A_i\}_{i \in I}$, необходимо для каждого автоматного преобразования каждого автомата семейства $\{A_i\}_{i \in I}$ построить восстанавливающую последовательность. Приложение такой последовательности инициирует последовательность преобразований автомата A , равную необходимому преобразованию автомата из семейства $\{A_i\}_{i \in I}$. Согласно *замечанию 1* с алгебраической точки зрения проблема построения восстанавливающей последовательности универсального автомата A равносильна установлению способа выражения требуемого автоматного преобразования автомата из семейства $\{A_i\}_{i \in I}$, через элементы системы образующих полугруппы автомата A .

Проблема распознавания равенства элементов полугруппы, заданной образующими и определяющими соотношениями, называется проблемой тождества в теории полугрупп. Если для соотношений полугруппы существует каноническая форма представления, то эта задача разрешима. К сожалению, такой характер соотношений для автоматных преобразований является скорее исключением, чем правилом [3].

Для свободной группы она решается благодаря канонической записи в виде несократимых слов. Проблема также получила положительное решение для групп с одним соотношением. П.С. Новиков доказал, что не существует алгоритма решения проблемы тождества в общей постановке [4]. Более того, им построена такая система определяющих соотношений между элементами системы образующих, что проблема тождества для заданной таким образом группы оказывается алгоритмически неразрешимой.

Алгоритмическая неразрешимость *задачи 5* является следствием алгоритмической неразрешимости *задачи 4*.

Теорема доказана.

Утверждение *теоремы 2* дает отрицательный ответ на вопросы о возможности конструктивного способа:

- определения функциональной избыточности произвольной дискретной системы;
- проектирования системы, являющейся функционально избыточной относительно произвольного класса требуемых поведений;
- проверки возможности реализации произвольного класса требуемых поведений произвольной дискретной системы;
- построения восстанавливающих последовательностей относительно произвольного класса требуемых поведений.

Разумеется, алгоритмическая неразрешимость массовой проблемы не означает неразрешимости индивидуальной проблемы. Из того, что отсутствует общий алгоритм решения перечисленных выше за-

дач, не следует, что эти задачи не могут быть решены индивидуальным приемом для конкретной дискретной системы (или конкретного семейства дискретных систем) и конкретного класса требуемых поведений.

Исходя из полученных выводов, можно определить следующие направления развития математического моделирования функционально избыточных дискретных систем.

1. Математическое моделирование функционально избыточных дискретных систем может развиваться только по пути создания частных методов, т.е. решения *задач 1-5* для частных классов дискретных систем.

2. Грань, разделяющая алгоритмически разрешимые (относительно задач математического моделирования функционально избыточных дискретных систем) классы дискретных систем от алгоритмически неразрешимых, обладает сложной конфигурацией. Основным подходом, используемым при выделении разрешимых классов, является изучение конкретных типов законов функционирования систем и разработка для них методов решения *задач 1-5*. При этом предполагается, что для автоматных преобразований определенного типа, представляющего класс дискретных систем, необходимо найти его каноническое представление и построить между ними определяющие соотношения. Кроме того, выбор исследуемых классов систем должен в значительной мере зависеть от их практической распространенности и значимости.

3. Разрабатываемые для частных классов методы решения задач математического моделирования функционально избыточных дискретных систем, как правило, будут обладать очень важной для приложений особенностью. Она заключается в том, что вопрос о возможности реализации требуемых поведений функционально избыточной дискретной системы и вопрос о построении восстанавливающих последовательностей относительно заданного класса решаются параллельно. Иными словами, сделать вывод о возможности реализации требуемого поведения можно лишь после завершения работы метода построения восстанавливающей последовательности для этого поведения. Следует отметить, что подобная ситуация характерна для современного состояния теории алгоритмов. Например, отсутствие конструктивно проверяемых условий существования гамильтоновых путей в графах заставляет разрабатывать алгоритмы, параллельно определяющие принципиальную возможность построения такого пути в заданном графе и вычисляющие его конкретный вид [5, 6].

Методы решения рассмотренных в данной статье задач математического моделирования для частных классов дискретных систем приведены в работах [7-10]. Общая схема реализации требуемых поведений функционально избыточной дискретной системы описана в [11].

ЛИТЕРАТУРА

1. Медведев Ю.Т. О классе событий, допускающих представление в конченном автомате / Ю.Т. Медведев // Автоматы: пер. с англ. М., 1956. С. 385-401.
2. Сытник А.А. Восстановление поведения сложных систем / А.А. Сытник. Саратов: Изд-во Саратовского университета, 1992. 192 с.
3. Ляпин Е.С. Полугруппы / Е.С. Ляпин. М.: Физматгиз, 1960. 592 с.
4. Новиков П.С. Конструктивная математическая логика с точки зрения классической / П.С. Новиков. М.: Наука, 1977. 323 с.
5. Кристофидес Н. Теория графов / Н. Кристофидес. М.: Мир, 1978. 432 с.
6. Харари Ф. Перечисление графов / Ф. Харари, Э. Палмер. М.: Мир, 1977. 324 с.
7. Сытник А.А. Числовые методы функционального восстановления поведения систем / А.А. Сытник, Т.Э. Шульга // Автоматика и телемеханика. 2003. Вып. 10. С. 123-130.
8. Сытник А.А. Задачи синтеза и анализа теории управления поведением систем на основе свойств функциональной избыточности для класса групповых автоматов / А.А. Сытник, Т.Э. Шульга, Н.С. Вагарина // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. 2009. № 4 (20). С. 248-255.
9. Шульга Т.Э. Метод построения восстанавливающих последовательностей для систем без потери информации / Т.Э. Шульга // Системы управления и информационные технологии. 2009. 1.3(35). С. 407-411.
10. Сытник А.А. Об управлении поведением регистров на основе свойств функциональной избыточности / А.А. Сытник, Т.Э. Шульга // Вестник СГТУ. 2009. №3 (40). С. 107-114.
11. Шульга Т.Э. Общая схема управления дискретными системами на основе функциональной избыточности / Т.Э. Шульга // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2010. №1 (25). С. 167-175.

Сытник Александр Александрович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Информационные системы и технологии» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Aleksandr A. Sytnik – Dr. Sc., Professor
Head: Department of Information Technologies and Systems
Gagarin Saratov State Technical University

Шульга Татьяна Эриковна –
доктор физико-математических наук, доцент,
заведующий кафедрой «Информационные системы
в гуманитарной области» Саратовского
государственного технического университета
имени Гагарина Ю.А.

Tatyana E. Shulga –
Dr. Sc., Associate Professor
Head: Department of Information Systems
for Humanities
Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 15.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 621.941.26.08

В.В. Мартынов, П.В. Мартынов

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕДУРЫ ОБНАРУЖЕНИЯ РАЗЛАДКИ ПРОЦЕССА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Представлены результаты решения задачи разработки метода автоматизированного обнаружения разладки процесса функционирования сложных технологических объектов.

Сложный технологический объект, разладка, временной ряд, АРСС-модель

V.V. Martynov, P.V. Martynov

AUTOMATION PROCEDURE FOR DETECTING DISCORD IN OPERATION COMPLEX TECHNOLOGICAL OBJECTS

The results of solving the problem of developing the automatic change-point detection method, and operation of complex technological objects are represented.

Complex technological object, a disorder, time series, the ARMA-model

Проведение мероприятий по управлению состоянием сложных технологических объектов различного целевого назначения в процессе эксплуатации связано с решением комплекса вопросов, наиболее сложным из которых является автоматизация процедуры обнаружения разладки процесса их функционирования. При этом часто обнаруживать разладку требуется в условиях отсутствия возможности накопления необходимых для этого данных, например, при адаптивном управлении объектами (в частности, приводами металлорежущего станка) с помощью авторегрессионной модели со скользящим средним (АРСС-модели), порядок и параметры которой известны, а эффективность управления обеспечивается подстройкой значений параметров по результатам регистрации и анализа коротких временных рядов (данные которых характеризуют состояние) с целью минимизации дисперсии поступающих на вход объекта возмущений, вызванных непрерывно изменяющимися условиями силового взаимодействия инструмента с заготовкой. В этом случае обнаруживать разладку (вызванную, например, изнашиванием режущего инструмента) можно с позиций положения о том, что ее появление вызывает значимые изменения свойств временного ряда воздействующих на объект возмущений a_t , а, следовательно, и их дисперсии [1]. Тогда для обнаружения этих изменений воспользуемся алгоритмом кумулятивных сумм, идея которого предложена в [2, 3] и состоит в последовательной проверке альтернативных гипотез $H_1: \sigma_a^2 = \sigma_{a,1}^2$, $H_2: \sigma_a^2 = \sigma_{a,2}^2$, где $\sigma_{a,1}^2$ и $\sigma_{a,2}^2$ – дисперсии до и после разладки. Математически это будет выглядеть следующим образом.

Вычисляется (на рекуррентной основе) решающая функция g :

$$g_t = (g_{t-1} + \Delta g_t), \quad g_0 = 0, \quad (1)$$

приращение которой для одномерной АРСС-модели имеет следующий вид [4]:

$$\Delta g_t = \frac{1}{2\sigma_{a,1}^2} a_t^2(\Theta_1) - \frac{1}{2\sigma_{a,2}^2} a_t^2(\Theta_2) + \frac{1}{2} \ln \frac{\sigma_{a,1}^2}{\sigma_{a,2}^2}. \quad (2)$$

где Θ_1, Θ_2 – векторы ее параметров до и после наступления изменений.

Результатом будет траектория движения этой функции относительно своего предельного уровня h , являющегося границей между областями принятия решений о свойствах анализируемого временного ряда.

Величина уровня задается постоянной или вычисляется с учетом исключения возможностей ложных обнаружений изменений свойств ряда по всей длине регистрации его данных на интервале времени t_p заданием значения T_a среднего времени до их появлений:

$$T_a = \frac{2}{\sigma_{a,1}^2 / \sigma_{a,2}^2 - 1 + 2 \ln(\sigma_{a,2} / \sigma_{a,1})} (e^h - h - 1) \quad (3)$$

и решением данного выражения относительно h . Таким образом, пересечения с ним функции g_t снизу вверх будут означать изменения, а сверху вниз – восстановления свойств ряда.

С целью практического использования метода необходимо определиться с дисперсиями $\sigma_{a,1}^2$ и $\sigma_{a,2}^2$. Для этого воспользуемся тем бесспорным фактом, что до момента возникновения разладки обе дисперсии представляют собой выборочные оценки дисперсий данных, принадлежащих одной генеральной совокупности (нормальной), а после ее наступления – разным и с учетом этого будем последовательно принимать в качестве дисперсии $\sigma_{a,1}^2$ предыдущее, а в качестве дисперсии $\sigma_{a,2}^2$ – текущее значение дисперсии данных, получаемых с помощью АРСС-модели по значениям a_t непосредственно в процессе функционирования объекта.

На рис. 1 в качестве примеров показаны возможные исходы применения метода в изложенной трактовке. Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что эффективность метода в данном случае будет зависеть не столько от точности определения моментов наступления изменений, сколько от объективности оценки их вида. Другими словами, представляет теоретический и практический интерес алгоритмизация процедуры принятия решений о состоянии объекта с помощью функции g_t . В связи с этим сделаем следующие исходные допущения.

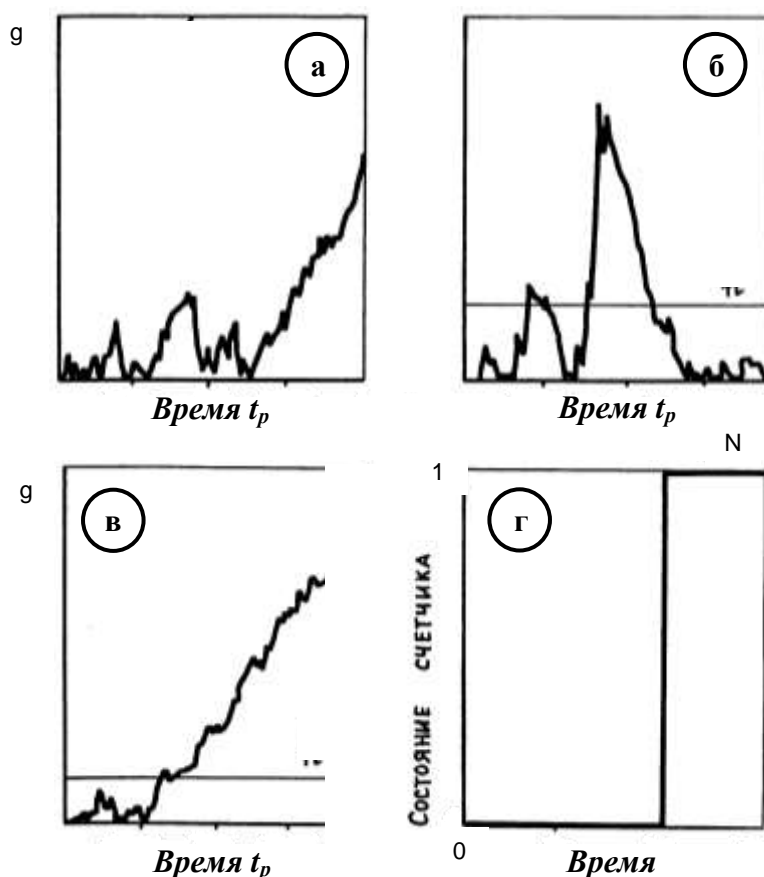


Рис. 1. Реализации поведения решающей функции (а, б, в) и счетчика изменений состояния объекта (г)

1. Если функция g_t не пересекает уровня h (рис. 1 а), то состояние объекта является нормальным, поэтому количественно не оценивается.
2. Если пересечение носит знакопеременный характер и заканчивается ниже уровня h (рис. 1 б), то изменения являются следствием чисто случайных процессов, имевших место в пределах одной реализации, и также оценке не подвергаются.
3. Если пересечение является односторонним (снизу вверх) (рис. 1 в) в пределах нескольких реализаций подряд, то решающая функция однозначно идентифицирует изменение вида возмущений на входе объекта.

Таким образом, количественную оценку степени изменения состояния объекта будем выполнять только для 3-го случая, используя следующий подход.

Вычислим длительности нахождения решающей функции по обе стороны уровня h и площади под ее кривой, которые отсекает уровень, причем верхнюю в соответствии с п. 2 и 3. Тогда произведение

$$K_{\Sigma}^o = od \times op, \tag{4}$$

где $od = t_n/t_n$ и $op = S_n/S_n$ – отношения длительностей и площадей, определит текущее значение комбинированной относительной количественной оценки величины изменений состояния объекта. Процедура принятия окончательного решения с помощью этой оценки строится на основе подсчета числа ситуаций, удовлетворяющих неравенству

$$K_{\Sigma}^o > 1, \tag{5}$$

что означает пространственно-временную устойчивость решения, а его информационная устойчивость обеспечивается, если неравенство (5) выполняется N (обычно 2-3) раз подряд (рис. 1 г).

Таким образом, условие

$$t_o = t_j - t_i: j - i > N \tag{6}$$

и определит момент времени устойчивого проявления изменений состояния объекта.

Предложенный метод позволяет оперативно зафиксировать изменения состояния, но оценить их степень (параметрические или функциональные) можно только качественно (по величине критерия (4)). Для получения количественной оценки вспомним, что дисперсия σ_a^2 возмущений на входе объекта служит количественной характеристикой их интенсивности [5]. Однако содержательный смысл понятия интенсивности в данном случае необходимо рассматривать в условном аспекте, поскольку каждое единичное возмущение a_t , появляющееся на входе объекта в момент времени t , воздействует на него и в последующие моменты времени. Различие состоит лишь в том, что величина этого воздействия постепенно ослабевает. Но в этом заключается проявление той новой динамики, которая приводит к необходимости иной математической интерпретации зависимости выходных данных от входных; суть ее состоит в том, что каждый отклик Y_t объекта (рис. 2) представляется конечной суммой перпендикулярных векторов $G_j a_{t-j}$ в бесконечномерном пространстве [6], т.е.

$$Y_t = a_t + G_1 a_{t-1} + G_2 a_{t-2} + \dots = \sum_{j=0}^{\infty} G_j a_{t-j}. \tag{7}$$

Коэффициент G_j в этом разложении, выражающий его существенную часть (координату величины Y_t на плоскости a_{t-j}), называется функцией Грина, импульсной переходной или весовой функцией объекта. Выражение (7) означает, что чем сильнее выражается текущая динамика изменения состояния объекта этой функцией, т.е. чем большее число возмущений включается в «память» объекта, тем более непредсказуемо, а значит, и неуправляемо, будет его поведение в последующие моменты времени, связанные с использованием по целевому назначению. Говоря иначе, эта функция характеризует быстроту затухания динамического отклика или скорость возвращения объекта в положение равновесия, соответствующее его математическому ожиданию (которое должно равняться нулю).

Для произвольной АРСС-модели выражение функции Грина имеет вид [7]:

$$G_j = g_1 \mu_1^j + g_2 \mu_2^j + \dots + g_n \mu_n^j, \tag{8}$$

где μ_1, \dots, μ_n – корни характеристического уравнения,

$$\mu^n - \Phi_1 \mu^{n-1} - \Phi_2 \mu^{n-2} - \dots - \Phi_n = 0, \tag{9}$$

$$g_i = (\mu_i^{n-1} - Q_1 \mu_i^{n-2} - \dots - Q_{n-1}) / \prod_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n (\mu_i - \mu_j), \tag{10}$$

где Φ_1, \dots, Φ_n – параметры авторегрессии; Q_1, \dots, Q_{n-1} – параметры скользящего среднего; n – порядок модели.

Типичные реализации функции Грина представлены на рис. 3 и показывают, что, принимая различную форму под действием возмущений, она наглядно отражает не только закономерности, но и степень изменения состояния объекта. С целью ее идентификации воспользуемся утверждением о том [8], что любой объект является устойчивым, если интеграл

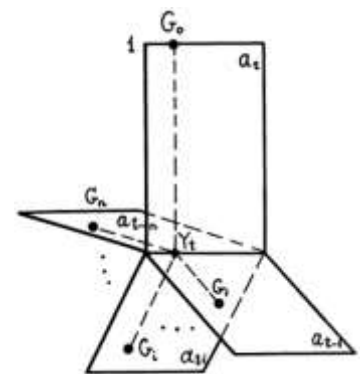


Рис.2. Ортогональная декомпозиция отклика объекта с помощью функции Грина

$$I_{\Phi\Gamma} = \int_{-\infty}^{\infty} |G(\tau)| d\tau \quad (11)$$

имеет конечное значение, т.е. является сходящимся. Очевидно, что сходиться этот интеграл будет только в том случае, когда функция Грина не имеет в характеристическом уравнении (9) нулевых или положительных действительных корней. Таким образом, условие сходимости интеграла представляет собой точный и полный критерий устойчивости станочной системы, его значение будет однозначно характеризовать ее количественно, а время (или скорость) сходимости – степень изменения состояния. На рис. 4 показаны реализации процессов сходимости интеграла на интервале t_p регистрации данных для различных состояний объекта.

Полученные результаты не просто наглядно иллюстрируют возможности практического использования интеграла, но и позволяют определить условия, при которых изменения состояния, идентифицируемые по данным временного ряда, зарегистрированного на момент выполнения условия (6), носят параметрический характер, и условия, при которых они становятся функциональными:

- если время сходимости не превышает $0,2$ длины t_p , то динамическое состояние является нормальным;
- если время лежит в диапазоне $(0,2-0,5) \times t_p$, то имеют место параметрические изменения состояния;
- если время лежит в диапазоне $(0,5-0,7) \times t_p$, то имеют место значительные параметрические изменения состояния;
- если время превышает значение $0,7 \times t_p$, то изменения приобретают функциональный характер;
- если время сходимости отсутствует, то состояние является предельным.

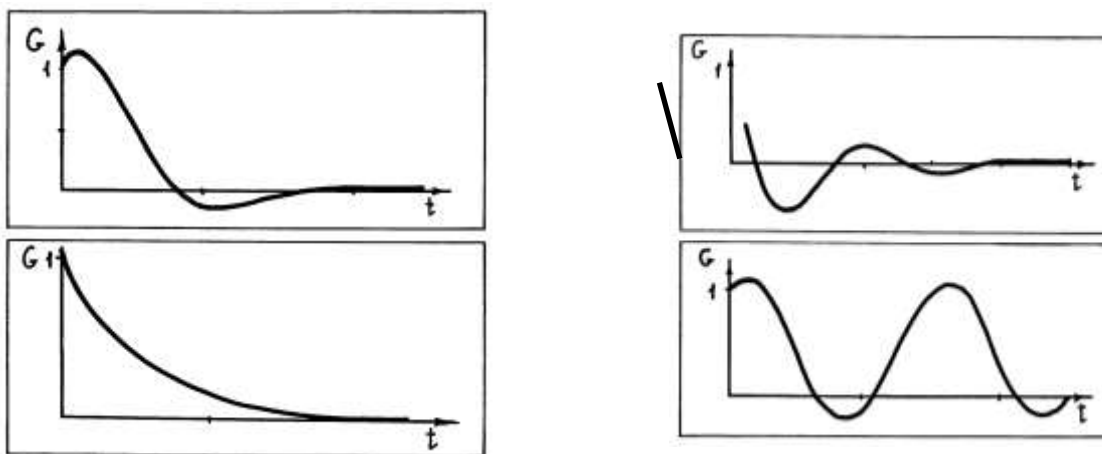


Рис. 3. Реализации функции Грина для различных состояний объекта

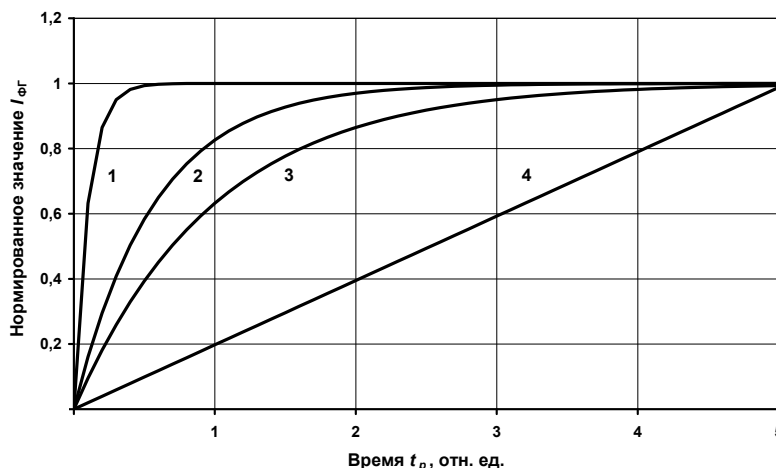


Рис.4. Реализации процесса сходимости интеграла (11) для нормального (1), ненормального (2, 3) и предельного (4) состояния объекта

Полученные материалы были положены в основу создания алгоритма автоматизированного обнаружения разладки процесса функционирования сложного технологического объекта (рис. 5); пошаговая (обозначенная на рисунке цифрами) последовательность выполняемых при этом действий выглядит следующим образом.

Шаги 1, 2. Начало алгоритма. Задается значение времени t_p регистрации временных рядов и уровня h принятия решений об их свойствах (или времени T_n появления ложных обнаружений изменений их свойств); устанавливаются в исходные состояния счетчики N числа выполнений неравенства (5) и n количества зарегистрированных временных рядов.

Шаг 3. Задается начальное значение решающей функции g_0 , производится регистрация и передача для обработки временного ряда, изменения параметров АРСС-модели которого подлежат оценке.

Шаг 4. Вычисляются по АРСС-модели возмущения a_t на входе объекта и их дисперсия $\sigma_{a,t}^2$.

Шаги 5-7. Если обработке подвергался первый временной ряд, то производится регистрация следующего ряда, в противном случае вычисляются приращение и новое значение решающей функции с целью количественной оценки качества ее траектории.

Шаги 8-10. Вычисляется критерий (4) и проверяется выполнение условия (5).

Шаг 11. Если условие (5) выполняется N раз подряд, то это равносильно выполнению условия (6) и, следовательно, изменение состояния объекта приобрело устойчивый характер.

Шаги 12-14. По результатам вычисления функции Грина (8) и ее интеграла (11) выполняется оценка степени изменения состояния объекта для принятия решения о необходимости подстройки параметров АРСС-модели на основе корректировки значений рабочих или режимных параметров, и алгоритм заканчивает работу (шаг 15).

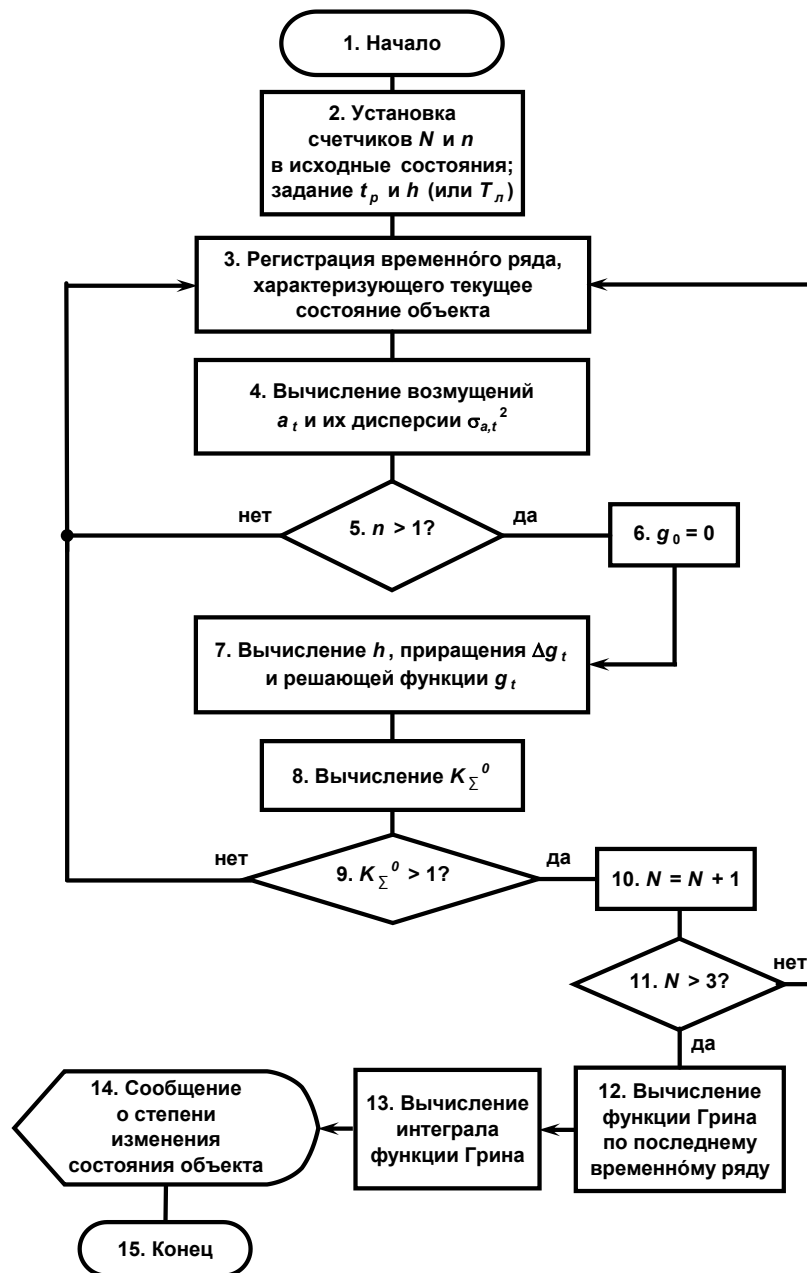


Рис. 5. Алгоритм автоматизированного обнаружения разладки

Анализ алгоритма показывает, что его интеграция в структуру программно-математического обеспечения систем управления объектами (в частности, систем числового программного управления станками) позволит реализовать функции динамического мониторинга их состояния и на основе получаемой информации более эффективно управлять объектами, не только целенаправленно изменяя [9] или специальным образом формируя [10] управляющие воздействия, но и определяя целесообразность их реализации в принципе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Wu S.M. Signature analysis for mechanical systems via dynamic data system (DDS) monitoring technique / S.M. Wu, T.H. Tobin Jr., M.C. Chow // Конструирование. 1980. Т. 102. № 2. С. 33-37.
2. Page E.S. Continuous inspection schemes / E.S. Page // Biometrika. 1955. V. 41. № 1. P. 100-115.
3. Page E.S. Estimating the point of change in a continuous process / E.S. Page // Biometrika. 1957. V. 44. № 2. P. 248-252.
4. Никифоров И.В. Последовательное обнаружение изменения свойств временных рядов / И.В. Никифоров. М.: Наука, 1983. 200 с.
5. Дженкинс Г., Ваттс Д. Спектральный анализ и его приложения / Г. Дженкинс, Д. Ваттс; пер. с англ. М.: Мир, 1971. Вып.1. 316 с.
6. Куликов С.М. Введение в начертательную геометрию многомерных пространств / С.М. Куликов. М.: Машиностроение, 1970. 84 с.
7. Pandit S.M. Time series and system analysis with applications / S.M. Pandit, S.M. Wu. New York: John Wiley and Sons, 1983. 586 p.
8. Теория следящих систем; пер. с англ. М., 1951. 480 с.
9. Подураев В.Н. К теории гашения автоколебаний при механической обработке с осциллирующей подачей / В.Н. Подураев, В.Ф. Горнев, В.В. Бурмистров // Изв. вузов. Машиностроение. 1974. № 11. С. 12-14.
10. Эльясберг М.Е. Повышение устойчивости автоколебательной системы станка при воздействии периодического низкочастотного изменения скорости резания / М.Е. Эльясберг, М.Г. Биндер // Станки и инструмент. 1989. № 10. С. 19-21.

Мартынов Владимир Васильевич – доктор технических наук, профессор кафедры «Конструирование и компьютерное моделирование технологического оборудования в машино- и приборостроении» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Мартынов Павел Владимирович – магистрант кафедры «Техническая кибернетика и информатика» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Vladimir V. Martynov – Dr. Sc., Professor
Department of Design and Computer-Aided Modelling of Processing Equipment for Mechanical and Instrument Engineering
Gagarin Saratov State Technical University

Pavel V. Martynov – Postgraduate
Department of Control Systems and Computer Science
Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 15.11.11, принята к опубликованию

УДК 004.45:336

В.С. Салин, А.А. Сытник, Р.А. Сытник

АВТОМАТИЗАЦИЯ СБОРА И АНАЛИЗА ВНЕШНЕЙ ИНФОРМАЦИИ В ФИНАНСОВОМ МЕНЕДЖМЕНТЕ

Задача сбора и анализа финансовой информации из внешних источников является актуальной в рамках финансовой деятельности предприятия. В данной работе рассматривается концепция автоматизированного сбора и анализа внешних финансовых показателей, которая может послужить базой для создания программного комплекса, выполняющего данные задачи. В основе концепции положена классификация внешних и внутренних показателей, формирующих информационную систему предприятия, по группам (И.А. Бланк), а также механизмы сбора информации, формирующей соответствующие показатели, из сети Интернет.

Финансовый менеджмент, информационная система, информационные технологии, автоматизация, автоматизированные информационные системы (АИС), веб-сайт, программное обеспечение как услуга

V.S. Salin, A.A. Sytnik, R.A. Sytnik

AUTOMATION OF DATA COLLECTION AND ANALYSIS OF EXTERNAL INFORMATION IN FINANCIAL MANAGEMENT

The tasks of collecting and analyzing financial information from external sources are relevant in the financial activities of an enterprise. In this paper the concept of automated data collection and analysis of external financial indicators that can serve as the basis for a software system that performs these tasks is considered. The basic principles of the concept are the classification of internal and external indicators that form the information system of enterprise groups (Blank I.), as well as the mechanisms for gathering information, and forming the corresponding indicators from the Internet.

Financial management, information system, information technology, automation, automated information systems (AIS), web site, software as a service (SaaS)

Актуальная информация служит основной для принятия решений в финансовой деятельности организации. Вся используемая информация аккумулируется и структурируется в рамках единой информационной системы.

Информационная система (или система информационного обеспечения) финансового менеджмента представляет собой функциональный комплекс, обеспечивающий процесс непрерывного целенаправленного подбора соответствующих информативных показателей, необходимых для осуществления анализа, планирования и подготовки эффективных оперативных управленческих решений по всем аспектам финансовой деятельности предприятия.

Содержание системы информационного обеспечения финансового менеджмента, ее широта и глубина определяются отраслевыми особенностями деятельности предприятий, их организационно-правовой формой функционирования, объемом и степенью диверсификации финансовой деятельности и рядом других условий. Конкретные показатели этой системы формируются за счет как внешних (находящихся вне предприятия), так и внутренних источников информации. В разрезе каждой из групп этих источников вся совокупность показателей, включаемых в информационную систему финансового менеджмента, предварительно классифицируется. Списки показателей, формируемых из внутренних и внешних источников, представлены в табл. 1 и 2 соответственно.

Таблица 1

Система показателей информационного обеспечения финансового менеджмента,
формируемых из внутренних источников

1.	Показатели финансовой отчетности предприятия
1.1.	Баланс предприятий
1.2.	Отчет о финансовых результатах
1.3.	Отчет о движении денежных средств
2.	Показатели управленческого учета предприятия
2.1.	По сферам финансовой деятельности предприятия
2.2.	По регионам деятельности
2.3.	По центрам ответственности
3.	Нормативно-плановые показатели, связанные с финансовым развитием предприятия
3.1.	Система внутренних нормативов, регулирующих финансовое развитие предприятия
3.2.	Система плановых показателей финансового развития предприятия

Таблица 2

Система показателей, формируемых из внешних источников

1.	Показатели, характеризующие общеэкономическое развитие страны
1.1.	Показатели макроэкономического развития: 1) темп роста внутреннего валового продукта и национального дохода; 2) объем эмиссии денег в рассматриваемом периоде; 3) денежные доходы населения; 4) вклады населения в банках; 5) индекс инфляции; 6) учетная ставка центрального банка;
1.2.	Показатели отраслевого развития: 1) объем произведенной (реализованной) продукции, его динамика; 2) общая стоимость активов предприятий, в том числе оборотных; 3) сумма собственного капитала предприятий; 4) сумма валовой прибыли предприятий, в том числе по основной (операционной) деятельности; 5) ставка налогообложения прибыли по основной деятельности; 6) ставки налога на добавленную стоимость и акцизного сбора на продукцию, выпускаемую предприятиями отрасли; 7) индекс цен на продукцию отрасли в рассматриваемом периоде

2.	Показатели, характеризующие конъюнктуру финансового рынка
2.1.	Показатели, характеризующие конъюнктуру отдельных сегментов фондового рынка: 1) виды основных фондовых инструментов (акций, облигаций, деривативов и т.п.), обращающихся на биржевом и внебиржевом фондовом рынке; 2) котированные цены предложения и спроса основных видов фондовых инструментов; 3) объемы и цены сделок по основным видам фондовых инструментов; 4) сводный индекс динамики цен на фондовом рынке
2.2.	Показатели, характеризующие конъюнктуру отдельных сегментов кредитного рынка: 1) кредитная ставка отдельных коммерческих банков, дифференцированная по срокам предоставления финансового кредита; 2) лизинговая ставка по видам лизингуемых активов; 3) депозитная ставка отдельных коммерческих банков, дифференцированная по вкладам до востребования и срочным вкладам
2.3.	Показатели, характеризующие конъюнктуру отдельных сегментов валютного рынка: 1) официальный курс отдельных валют, которыми оперирует предприятие в процессе внешнеэкономической деятельности; 2) курс покупки – продажи аналогичных видов валют, установленный коммерческими банками
3.	Показатели, характеризующие деятельность контрагентов и конкурентов
4.	Нормативно-регулирующие показатели

Рассмотрим группы показателей, формируемых из внешних источников, более подробно.

1. Показатели, характеризующие общеэкономическое развитие страны.

Система информативных показателей этой группы служит основой проведения анализа и прогнозирования условий внешней финансовой среды функционирования предприятия при принятии стратегических решений в области финансовой деятельности (стратегии развития его активов и капитала, осуществления инвестиционной деятельности, формирования системы перспективных целевых показателей финансового менеджмента), формирование системы показателей этой группы основывается на публикуемых данных государственной статистики.

2. Показатели, характеризующие конъюнктуру финансового рынка.

Система информативных показателей этой группы служит для принятия управленческих решений в области формирования портфеля долгосрочных финансовых инвестиций, осуществления краткосрочных финансовых инвестиций, привлечения кредитов, валютных операций и некоторых других аспектов финансового менеджмента, формирование системы показателей этой группы основывается на публикациях периодических коммерческих изданий, фондовой и валютной биржи, а также на соответствующих электронных источниках информации.

3. Показатели, характеризующие деятельность контрагентов и конкурентов.

Система информативных показателей этой группы используется в основном для принятия оперативных управленческих решений по отдельным аспектам формирования и использования финансовых ресурсов. Эти показатели формируются обычно в разрезе следующих блоков: «Банки»; «Лизинговые компании»; «Страховые компании»; «Инвестиционные компании и фонды»; «Поставщики продукции»; «Покупатели продукции»; «Конкуренты». Источником формирования показателей этой группы служат публикации отчетных материалов в прессе (по отдельным видам хозяйствующих субъектов такие публикации являются обязательными), соответствующие рейтинги с основными результативными показателями деятельности (по банкам, страховым компаниям), а также платные бизнес-справки, предоставляемые отдельными информационными компаниями (получение такой информации должно осуществляться только легальными способами).

Состав информативных показателей каждого блока определяется конкретными целями управления финансами, объемом операционной, инвестиционной и финансовой деятельности, длительностью партнерских отношений и другими условиями.

4. Нормативно-регулирующие показатели.

Система этих показателей учитывается в процессе подготовки финансовых решений, связанных с особенностями государственного регулирования финансовой деятельности предприятий. Эти показатели формируются, как правило, в разрезе двух блоков: «Нормативно-регулирующие показатели по различным аспектам финансовой деятельности предприятия» и «Нормативно-регулирующие показатели по вопросам функционирования отдельных сегментов финансового рынка». Источником формирования показателей этой группы являются нормативно-правовые акты, принимаемые различными органами государственного управления.

Возвращаясь к показателям, получаемым из внутренних источников, можно сказать, что вся информация, их формирующая, в конечном счете, структурируется и сохраняется в том или ином виде. Поэтому путем внедрения систем электронного документооборота, систем бухгалтерского учета и других программных комплексов возможно проведение автоматизации на уровнях сбора, обработки и хранения информации в рамках предприятия.

К тому же на законодательном уровне закреплены стандарты составления и оформления документов, являющихся источниками внутренних финансовых показателей, и данных стандартов должны придерживаться все предприятия. Поэтому разрабатываемые системы автоматизации внутренних процессов предприятия достаточно универсальны и могут применяться для автоматизации значительного ряда задач без доработки с учетом специфики конкретного предприятия. Отсюда следует разнообразие программных систем, производящих сбор, хранение и анализ внутренней информации (например, АИС «Финансы», «1С Предприятие», «Парус» и т.д.).

Что касается внешних источников информации, то для них характерны следующие черты, усложняющие проведение автоматизации сбора и обработки:

- отсутствие закрепленных стандартов представления информации по большинству из категорий;
- не для всех категорий представлена информация в открытом доступе;
- часть представленной информации может не отражать текущую экономическую ситуацию или быть заведомо ложной или противоречивой.

Несмотря на указанные сложности, проведение автоматизации в данной области также возможно.

После проведения анализа оказалось, что на данный момент не существует (не представлена информация в открытом доступе) программных систем, проводящих сбор и анализ информации из внешних источников, хотя по некоторым из категорий эти функции реализованы в качестве дополнений к прочим программам.

Рассмотрим концепцию автоматизированного программного сбора и анализа внешних финансовых показателей.

Глобальным внешним источником является Всемирная паутина (World Wide Web). Конкретными источниками – носителями информации – являются веб-сайты. Все веб-сайты, которые являются потенциальными источниками информации, могут быть классифицированы по уровню надежности и достоверности информации:

1. Авторитетные источники, несут ответственность за достоверность предоставляемой информации. К данной группе относятся государственные веб-сайты, например, сайты государственной статистики.
2. Доверенные источники, несут ответственность за часть информации, регулируемой утвержденными стандартами. К таким источникам относятся веб-представительства предприятий, публикующие данные обязательной публичной отчетности.
3. Информационные ресурсы, для них характерно возможное (иногда преднамеренное) искажение информации. К данной группе следует относить представительства СМИ в Интернете, различные информационные веб-порталы.

Для первых двух групп в приведенной выше классификации характерна стабильная публикация целевой для финансового менеджера информации, в неизменной форме на протяжении длительного промежутка времени. Это позволяет не менять подход к сбору информации из данных источников в течение длительного интервала.

Необходимо также отметить, что, так как с веб-ресурсов собирается открытая для общего доступа информация, а также после этого собираемая информация не публикуется в свободном доступе на других ресурсах, возможно применение автоматизированных механизмов для ее сбора, не нарушая при этом установленных норм и ограничений ее использования.

Общий процесс сбора информации может быть алгоритмизирован следующим образом.

В основе автоматизированного сбора лежит механизм поиска необходимых веб-страниц выбранного ресурса, содержащих целевую информацию, и дальнейшее извлечение целевой информации из структуры страницы.

Здесь наибольшую сложность представляет сбор информации по показателям, характеризующим деятельность конкурентов, так как обычно эта информация не публикуется в открытом доступе либо к моменту публикации теряет свою актуальность.

Извлеченная информация передается в систему для обработки и последующего хранения. Так как информация собирается из различных источников и поэтому может быть представлена в различных формах, то перед хранением и анализом необходимо преобразовать ее к однородным данным, после чего возможно ее сохранение в базе данных.

Хранимая в базе данных информация структурирована по группам показателей и представлена в нормализованном виде. Группируя данные по финансовым показателям, можно частично автоматизировать их анализ. В частности, открываются следующие возможности:

- отслеживать динамику изменений, используя данные за длительный промежуток времени;
- рассчитывать изменения тренда на основе имеющихся данных;
- вычислять значение комплексных показателей на основе базовой информации;
- наглядно представлять группы нескольких показателей для проведения их комплексного анализа.

За счет применения программных средств данные могут быть представлены в любом удобном для финансового менеджера формате: в виде таблицы, диаграмм, графиков и т.д. Это позволяет облегчить задачу ручной обработки тех показателей, по которым проведение автоматического анализа невозможно.

Рассмотренная концепция автоматизированного сбора и анализа информации из внешних источников служит основой для разработки программного комплекса, обладающего данными функциями. Значение подобной программной системы для финансового менеджера велико, так как позволяет не только сократить временные ресурсы на ручной поиск необходимой финансовой информации, но и повысить качество проводимых анализов в рамках финансовой деятельности предприятия.

Одной из возможных бизнес-моделей предоставления услуг по пользованию подобной системы является модель SaaS (software as a service, программное обеспечение как услуга). В случае применения подобной бизнес-модели, финансовый сотрудник получает доступ к системе через интернет-браузер и может взаимодействовать с системой через любое устройство (рабочая станция, ноутбук, мобильный телефон), имеющее доступ в сеть Интернет.

С точки зрения разработки и администрирования подобной системы выбор SaaS-модели дает следующие дополнительные возможности для оптимизации ее работы и упрощения ее дальнейшего развития:

- модульность: добавление новых механизмов импорта внешних данных и возможность их повторного использования различными пользователями системы (в том числе различными предприятиями), сохраняя при этом конфиденциальность данных для каждого из них;
- повторное использование общих, публичных данных различными пользователями;
- постоянная актуальность данных для всех пользователей конкретной организации;
- постоянная актуальность версии программной системы и ее возможностей.

Что касается конкурентных программных решений в данной области, то необходимо отметить следующее: на данный момент систем, осуществляющих комплексный автоматизированный сбор и анализ данных по всем группам внешних показателей (табл. 2), нет (во всяком случае, информация по ним не представлена в открытом доступе).

Таким образом, можно говорить о высокой актуальности рассмотренной концепции автоматизированного сбора и анализа финансовой информации из внешних источников как основы для создания программной системы, позволяющей комплексно решать широкий круг задач в финансовой деятельности предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бланк И.А. Финансовый менеджмент / И.А. Бланк. Киев: Ника-центр, 2008. 655 с.
2. Ковалев В.В. Введение в финансовый менеджмент: учеб / В.В. Ковалев. М.: Финансы и статистика, 2006. 768 с.

Сытник Александр Александрович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Информационные системы и технологии» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Aleksandr A. Sytnik – Dr. Sc., Professor
Head: Department of Information Technologies and Systems
Gagarin Saratov State Technical University

Сытник Римма Александровна – студентка 4 курса факультета финансового менеджмента Саратовского государственного социально-экономического университета

Rimma A. Sytnik – Undergraduate
Department of Financial Management
Saratov State Socio- Economic University

Салин Владимир Сергеевич – студент 5 курса факультета информатики и информационных технологий Саратовского государственного социально-экономического университета

Vladimir S. Salin – Undergraduate
Department of Informatics and IT
Saratov State Socio- Economic University

Статья поступила в редакцию 15.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

ФИЛОСОФИЯ, СОЦИОЛОГИЯ И КУЛЬТУРОЛОГИЯ

УДК 165; 167/168

И.В. Стеклова

АВТОНОМНОСТЬ И СИНГУЛЯРНОСТЬ В КУЛЬТУРЕ

Развивается авторская концепция автономности и сингулярности в структуре тотальности науки. Исследование проводится на материале истории философии и науки. С позиций отношений рассматриваются различные стороны и факторы обособленности науки в универсуме. Предпринята попытка философского обоснования возникновения данных отношений из сингулярности, являющейся основанием выделения науки в качестве автономного образования.

Автономность, обособленность, сингулярность, универсум, физика, философия, культура

I.V. Steklova

AUTONOMY AND SINGULARITY IN THE CULTURE

The author presents the concept of autonomy and singularity in the structure of the totality of science. The research is based on the materials of the history of philosophy and philosophy of science. Various aspects and factors of isolation in the universe of science are discussed from the standpoint of relations. An attempt has been made to philosophically justify the emergence of this relationship from singularity, which is the basis for considering science as an autonomous entity.

Autonomy, isolation, the singularity, the universe, physics, philosophy, culture

Отношения связи и обособленности научного познания вызывают целый ряд вопросов, в частности онтологического и гносеологического характера по отношению к миру в целом. Возникновение нашей Вселенной имеет определенную точку отсчета – сингулярную точку, причем не только в хронологическом плане, но и в буквальном. Представление о сингулярности сегодня существенно как для естественников, так и привлекает внимание всех тех, кого волнует настоящее и будущее человечества. Данная констатация актуализируется усиливающимся влиянием науки в культуре. Откуда мы? Куда мы идем? Данные вопросы продолжают волновать также и физиков.

Понятия монизм и плюрализм в настоящее время являются распространенными в философии. Интересно, что первое из них имеет греческое происхождение: *monos* (единственный), а второе – латинское: *pluralis* (множественный). Сингуляризму (от лат. *singularis* – единственный) суждено было остаться на второй позиции, хотя он, как и монизм, является философским направлением, которое, в противоположность дуализму или плюрализму, выводит все особенности мира, все его многообразие из единственного принципа¹. Возможно, отчуждение этого понятия в философии – компенсация за популярность в естествознании, где сингулярные точки продолжают оставаться тайной и предметом многочисленных споров. Поэтому, в первую очередь, необходимо проанализировать понятие сингулярности в физике.

Современная релятивистская теория тяготения составляет суть общей теории относительности А.Эйнштейна. Построение релятивистской теории тяготения, ее применение к гравитирующим системам наибольших масштабов шло параллельно с изучением пространственного распределения галактик, доказательством нестационарности наблюдаемой системы галактик и их скоплений. В результате возникло понятие расширяющейся Вселенной, появились вопросы о ее прошлом и будущем. Выводы релятивистской теории тяготения кажутся неожиданными, но до настоящего момента согласуются с результатами наблюдений. Интересных результатов ждут от синтеза релятивистской теории тяготения и квантовой теории.

¹ См.: Краткая философская энциклопедия. М., 1994. С. 414.

Данный синтез необходим для описания закономерностей в условиях очень ранней Вселенной. Такое состояние Вселенной, для описания которого потребуются еще не созданная квантовая теория тяготения, иногда условно называют «Большим взрывом». Физические условия ранней Вселенной служат как бы исходными данными для более поздней эпохи, когда происходило образование структурных единиц типа галактик и скоплений галактик. Существует некая точка, в которой возникает Вселенная. Еще одна предельная точка характеризует в ряде случаев финальную стадию эволюции.

В космосе есть такие области, где гравитация буквально господствует. Это так называемые черные дыры – области сверхсильных гравитационных полей, образующихся, вероятно, при коллапсе вещества, например, при катастрофически быстром сжатии массивных звезд в конце их жизни. Многочисленные астрономические данные, полученные за последние годы, породили у астрономов уверенность, что они смогут доказать существование черных дыр, наблюдая огромное разнообразие космических объектов – от двойных звезд (образующихся по орбитам вокруг общего центра тяжести) до галактик и квазаров.

Пространство стационарной вселенной А.Эйнштейна имеет конечный объем, но не ограничено. В этой Вселенной луч света, двигаясь в любом направлении, совершает в пространстве полный оборот и возвращается в исходную точку. Вселенная с такими свойствами называется замкнутой. Кривизна пространства здесь положительна. Подобная ситуация характерна для черных дыр.

Кривизна пространства в расширяющейся вселенной А.Фридмана может быть положительной, нулевой и отрицательной. Фридмановская модель Вселенной замкнута, как и эйнштейновская.

Характерной особенностью некоторых предельных точек является то, что в них не работают господствующие физические теории. Подобные области как раз и являются сингулярными. Кроме того, существенной чертой сингулярностей является их порождающий характер.

Характер начальной сингулярности в более общих моделях может существенно отличаться от ее характера во фридмановских моделях. Существует точка зрения, что последние, вероятно, составляют пустое множество, так как на достаточно ранних стадиях «энергия анизотропии» обязана преобладать, тогда как во фридмановских моделях она точно равна нулю¹. Однако П.Девис отмечает, что если пространство-время при сингулярности не может существовать, то $R=0$ во фридмановских моделях соответствует моменту, когда пространство-время впервые возникает. Поэтому наличие в фридмановской теории сингулярности привело к широко распространенному представлению о том, что начало расширения и представляет собой «сотворение» (рождение) Вселенной. До начала расширения Вселенной не могло быть ничего, что имело бы физическое отношение (согласно современным представлениям) к наблюдаемой Вселенной. Если модели А.Фридмана понимать буквально, то не только пространство-время, но и вся материя во Вселенной должна начать свое существование в момент, соответствующий сингулярности².

Модели могут быть и открытыми. В каждую эпоху модели всех трех типов удовлетворяют условиям однородности и изотропии. Другими словами, размещенные в любую эпоху по всей Вселенной наблюдатели сообщают, что вид космоса в крупном масштабе повсюду один и тот же. Кроме того, для любого наблюдателя Вселенная выглядит одинаковой во всех направлениях. Наблюдая снаружи, невозможно узнать ничего нового о свойствах вещества при больших плотностях. Однако это можно сделать по наблюдениям излучения, способного пройти через облако выброшенного вещества: гравитационное излучение и поток нейтрино.

В замкнутой модели Вселенной за фазой расширения наступает фаза сжатия. Открытые модели продолжают расширяться вечно. Во всех трех моделях расширение замедляется под действием гравитации. Эпоха, соответствующая $S = 0$, - это момент рождения Вселенной из состояния, когда все ее вещество было сжато в очень малом объеме, момент сингулярности, отмечающий начало расширения Вселенной. В этот момент можно, по образному выражению Дж.Нарликара, включить космические часы³.

Вселенная медленно расширяется, а галактические гравитационные силы сдерживают разбегание галактик. В настоящий момент имеются некоторые данные свидетельствующие об уменьшении скорости космического расширения. Если принять, что темп расширения Вселенной замедляется, то из этого следует, что когда-то скорость расширения была выше, чем теперь. При экстраполяции назад во времени следует ожидать, что скорость расширения была больше, иначе галактики упали бы друг на друга под действием взаимного притяжения. П. Девис отмечает: «Экстраполируя в прошлое, насколько возможно, получим, что около 18 миллиардов лет назад Вселенная имела бесконечно большую плотность и расширялась бесконечно быстро. Поскольку фаза расширения из сингулярного состояния началась конечное время назад, обычно считается, что она описывает фактическое образование наблюдаемой Вселенной»⁴.

То, что на ранних стадиях Вселенной должна была иметь место сингулярность, является почти неопровержимым следствием теории А. Эйнштейна. Никогда не делалось предсказания о том, что Вселенная начинает свое существование из сверхплотного и сверхгорячего состояния, расширяется до максимальных

¹ См.: Рис М., Руффини Р., Уилер Дж. Черные дыры, гравитационные волны и космология. М., 1977. С. 323.

² См.: Девис П. Пространство и время в современной картине мира. М., 1979. С. 205.

³ См.: Нарликар Дж. Гравитация без формул. М., 1985. С. 138.

⁴ Девис П. Случайная Вселенная. М., 1985. С. 18.

размеров, а затем вновь сжимается и коллапсирует. Оно внушает страх и выглядит нелепо и абсурдно. А.Эйнштейн сам не мог поверить в свой вывод. И только наблюдения Э.Хаббла заставили его и научную общественность отказаться от концепции Вселенной, которая, не меняясь, существует бесконечно долго¹. Э.Хаббл доказал звездную природу внегалактических туманностей (галактик); оценил расстояние до некоторых из них, разработал основы их структурной классификации, установил в 1929 году закономерность разлета галактик². Гипотеза расширения имеет теоретическое обоснование. Однородное расширение Вселенной вытекает из общей теории относительности А. Эйнштейна и общего представления об однородности пространства. Фактически же идея расширяющейся Вселенной была выдвинута впервые А. Фридманом в 1922 году, то есть за семь лет до того, как Э. Хаббл обнародовал результаты своих исследований зависимости скорости убегания галактик от расстояния до них.

Близкие к статической модели идеи были развиты в 1940-е годы в стационарной модели Ф. Хойла и др., где вещество непрерывно создается по мере разбега галактик, так что его плотность во Вселенной остается постоянной. Однако эта модель не подтверждается экспериментально (в частности, противоречит данным по реликтовому излучению) и сейчас вытеснена стандартной моделью³.

Значительный вклад в развитие нестационарной космологии внес Ж. Леметр – бельгийский космолог и аббат. Он в вопросе происхождения всего окружающего мира выдвигает точку зрения, противоположную космогонической концепции Канта-Лапласа. Им делается вывод о том, что мир произошел не из первичной туманности, а из какого-то сверхплотного состояния материи, из некоего «первоатома», взрыв и рассеяние которого привели к образованию всей наблюдаемой структуры космоса. Однако он не говорит о сингулярном состоянии материи, место которого занимает гипотетический «первоатом», хотя уравнения релятивистской космологии связаны с начальной сингулярностью. Продвижение к сингулярности произошло тогда, когда было строго доказано неизбежность сингулярностей в ОТО. Долгое время полагали, что от сингулярностей можно избавиться путем неинтерпретации, неоднородности в расширяющейся Метагалактике, которые не учитываются в идеализированных изотропных, однородных космологических моделях. Но в 1965-1975 гг. Р. Пенроузом и С. Хокингом доказан ряд теорем, из которых следовала неизбежность сингулярностей в самом общем решении уравнений А. Эйнштейна. Более того, В. Белинский, Е. Лифшиц, И. Халатников получили общее устойчивое решение с сингулярностью. Стало ясно, что проблема начальной космологической сингулярности не может быть решена в рамках современной теории гравитации путем учета тех или иных условий, от которых абстрагируются в идеализированных моделях «однородной, расширяющейся Вселенной»⁴.

В ряде исследований представлены детали, касающиеся самой черной дыры. Прежде всего черную дыру окружает фотонная сфера, состоящая из лучей света, движущихся по неустойчивым круговым орбитам. Внутри фотонной сферы находится горизонт событий – односторонне пропускающая поверхность в пространстве-времени, из которой ничто не может вырваться. Наконец, в центре черной дыры находится сингулярность. Все то, что проваливается сквозь горизонт событий, засасывается в сингулярность, где под действием бесконечно сильно искривленного пространства-времени прекращает свое существование. Сингулярность – это место, где кривизна пространства-времени обращается в бесконечность. В момент, когда умирающая звезда уйдет за горизонт событий, ее размеры еще довольно велики, но никакие физические силы уже не смогут остановить ее дальнейшее сжатие. Звезда будет продолжать сжиматься до тех пор, пока не окажется в центре черной дыры. В этой точке бесконечно давление, бесконечна плотность и бесконечна кривизна пространства-времени⁵.

И. Николсон отмечает, что черная дыра, образовавшаяся в результате коллапса массивной звезды, – это сферический объем пространства, имеющий радиус, равный радиусу Шварцшильда, а сингулярность находится в центре симметрии. Никакие сведения о событиях внутри черной дыры не могут распространяться во Вселенной за пределами горизонта событий. Ничто, попавшее в черную дыру, не может избежать падения на центральную сингулярность, поскольку даже внутри дыры частицы должны следовать по линиям, наклоненным к вертикали под углом, который меньше 45 градусов. При этом внутри черной дыры, сразу за горизонтом событий, происходят фундаментальные изменения характера пространства-времени. Если во внешнем пространстве тела свободно движутся в произвольном направлении, то внутри черной дыры допустимо единственное движение – к сингулярности и разрушению в ней. Имеется предположение, что дыра может связывать нашу Вселенную с другим, аналогичным миром. Однако невозможно проникнуть в «другую вселенную», послать туда или получить оттуда какой-либо сигнал, ибо все, что попадает в черную дыру, исчезает в сингулярности. Можно сделать вывод, что сведений о черной дыре слишком мало. Известные физические законы там не действуют, так как речь идет о большой плотности вещества и бесконечных

¹ См.: Рис М., Руффини Р., Уилер Дж. Черные дыры, гравитационные волны и космология. М., 1977. С. 327.

² Советский энциклопедический словарь. М., 1985. С. 1433.

³ См.: Ирхин В.Ю. Кацнельсон М.И. Уставы небес: 16 глав о науке и вере. Екатеринбург, 2000. С. 444.

⁴ См.: Трофименко А.П. Вселенная и развитие. Минск, 1982. С. 12-13, 19-20.

⁵ См.: Кауфман У. Космические рубежи теории относительности. М., 1981. С. 142, 335.

силах тяготения. Горизонт событий скрывает эту сингулярность от внешнего наблюдателя. Если бы сингулярность можно было наблюдать непосредственно, считает И. Николсон, то есть если бы существовала так называемая «голая сингулярность», то мы лишились бы и тех небольших возможностей предсказывать развитие событий во Вселенной, которые ныне нам доступны: ход наших рассуждений был бы запутан непредсказуемым поведением сингулярности. Но поскольку сингулярности «прячутся» за горизонтом событий, что бы в них не происходило, это никак не отражается на находящейся вне горизонта событий наблюдаемой части Вселенной. По мнению И. Николсона, если сингулярности действительно ненаблюдаемы, то сам факт их существования можно не принимать¹. Можно было бы с таким высказыванием согласиться, но возникает вопрос: зачем тогда идет обсуждение вопроса о сингулярности?

И еще одно предположение И.Д. Новикова представляется важным. Он приходит к выводу, что во Вселенной в прошлом смена сжатия расширением невозможна, расширение начиналось от сингулярности, хотя теоремы, которые утверждают неизбежность сингулярности, ничего не говорят о ее природе. По его мнению, недостаток теорем в том, что они не утверждают, что в сингулярности кривизна пространства-времени бесконечна и что все вещество имело состояние бесконечной плотности. В них утверждается лишь то, что история, по крайней мере, некоторых частиц или фотонов (принимается, что они не рождаются и не исчезают), не может продолжаться неограниченно, что она «супиралась» в какую-то особенность в прошлом. И.Д. Новиков отмечает работу отечественных физиков, которые показали, что в самом общем случае начало расширения, если оно подчиняется уравнениям А. Эйнштейна, должно носить колебательный характер с резкой анизотропией по разным направлениям².

П. Девис называет сингулярность «нелепостью» (подчеркивая этим загадочность данного феномена), математической точкой, в которой плотность вещества и кривизна пространства должны стать бесконечными. С его точки зрения, это не объект, а место, где заканчивается действие известных нам физических законов. Сингулярность не является лишь следствием упрощенного характера модели, ее характер не зависит критически от модели, некоторый тип сингулярности, подчеркивает П. Девис, неизбежен³.

В сингулярности происходит скачок, выражающийся в невозможности описания данного явления.

Итак, сингулярности – границы пространства-времени, где теория относительности неприменима. Существующая теория пространства-времени (ОТО) предсказывает, где находятся границы ее применимости: в ней самой заложены ее ограничения – это области возникновения сингулярностей. Отсюда следует, что необходима какая-то новая модель. Сингулярность здесь выступает границей применимости теории, познания⁴.

Возможно, при этом надо учитывать процесс ускорения эволюции. Ускорение (акселерация) – отличительная черта эволюции. Впервые это было подчеркнуто академиком А.И. Опаринным. После возникновения жизни на Земле ее эволюция характеризуется тенденцией к постепенному ускорению. От возникновения первых живых существ (около 3,5 миллиардов лет назад) до первого массового развития многоклеточных в вендскую эпоху прошло более 2,5 миллиардов лет. Для достижения огромного разнообразия животных и растений было необходимо около 400 миллионов лет, для развития млекопитающих и птиц – около 100 миллионов лет, приматов – около 60 миллионов лет, гоминид – около 16 миллионов лет, для рода человека – 6 миллионов лет, для *Homo sapiens* – 60 тысяч лет. Древний каменный век (палеолит) продолжался столько же, сколько последующие неолит, бронзовый и железный века. Современная наука зародилась около 300 лет назад. Весь ход развития свидетельствует об ускорении⁵.

В процессе ускорения эволюции можно усмотреть рождение науки из сингулярности.

Хотя аналогия между точкой и живым организмом, а тем более наделенным разумом и самосознанием существом, сама по себе довольно рискованна, однако известное основание для такой аналогии есть: как точка в геометрии, так и человек есть нечто неделимое. Евклид определяет точку как то, что не имеет частей, и, стало быть, неделимость есть ее главное свойство. Но в качестве неделимого геометрическая точка превосходит линию, которая, по определению древних математиков, делима до бесконечности, ибо содержит в себе, в отличие от точки, беспредельное – материю. Согласно Платону, линия вообще есть начало неопределенности, тогда как точка, будучи единицей (единым), наделенной положением, именно по причине отсутствия в ней протяженности является началом, ограничивающим и определяющим, ибо она есть представительница единого в пространственном мире. Не случайно античные математики определяли линию через две точки: именно они служат основой существования и условием постижения линии. Не линия – условие возможности точки, а прямо наоборот – точка порождает линию⁶.

Д.И. Менделеев отмечал: «Однако если идеям можно приписывать существование, если слово отвечает существующему, и если всякое слово есть уже отвлечение, то слово и идея, или такое отвлечение, кото-

¹ См.: Николсон И. Тяготение, черные дыры и Вселенная. М., 1983. С. 107-116.

² См.: Новиков И.Д. Эволюция Вселенной. М., 1979. С. 150-151.

³ См.: Девис П. Пространство и время в современной картине мира. М., 1979. С. 157.

⁴ Там же. С. 257.

⁵ См.: Николов Т. Долгий путь жизни. М., 1986. С. 163.

⁶ См.: Гайденок П.П. Человек и человечество в учении В.С.Соловьева // Вопросы философии. 1994. № 6. С. 47-54.

рое называется нулем, существует в сознании. А потому говорить о нуле значит говорить не о природе, а об идее, отвлечении, обобщении. Другое дело – единица. Она кажется не только идеею, но и реальностью. Ее считают такою, из нее слагают, она альфа и омега философа, пишущего Я большими буквами, она начало творения, ею кончается дробление, в ней весь смысл индивидуализма, словом, она-то несомненно существует»¹.

Таким образом, «физическая» сингулярность характеризуется рядом особенностей:

- в ней не работают существующие физические теории;
- это область, в которой происходит рождение (Вселенной, пространства, времени, материи);
- это место, где кривизна пространства-времени обращается в бесконечность;
- плотность вещества в сингулярности бесконечна;
- никакие сведения о событиях внутри сингулярности недоступны;
- сингулярности нелепы, загадочны;
- сингулярность характеризует наличие некоторой границы, разрыва;
- для нее характерна беспричинность.

Сегодня гравитационный коллапс и расширение рассматриваются и как грандиозный кризис, так как на повестке дня не только судьба вещества, но и судьба самой Вселенной. Более того, коллапс характерен не только для крупномасштабной динамики Вселенной. Предсказано, что белый карлик или нейтронная звезда, если их масса будет больше критической, могут претерпеть гравитационный коллапс с образованием черных дыр. Ожидается, что достаточно большое количество звезд, падающих достаточно близко друг от друга на центр ядра галактики, коллапсируют с образованием черной дыры, масса которой на несколько порядков превышает массу Солнца. В настоящее время ведется активный поиск наблюдательных данных, подтверждающих существование черных дыр в нашей галактике².

Таким образом, наличие сингулярностей не является лишь результатом нашего познания, их существование объективно и закономерно. Астрономы, физики и математики исследуют окраины начальной сингулярности. Однако проблема сингулярного состояния не исчерпывается ее математическим, физическим и астрономическим аспектами. Здесь возникают также глубоко принципиальные философско-мировоззренческие вопросы, связанные с интерпретацией самого понятия «начало Вселенной».

Философия продолжает предоставлять различные варианты ответов на многие волнующие человечество вопросы. Это понимали выдающиеся естествоиспытатели прошлого. Философствование помогало им в обосновании своих взглядов, в частности в отношении начала Вселенной. Сами физики, утверждая, что физические законы не работают в сингулярности, предоставляют философии поле «для деятельности». Так, выдающийся космолог современности С.Хокинг прямо говорит о том, что решить подобные проблемы можно лишь с помощью философии³.

Стеклова Ирина Владимировна –
доктор философских наук, профессор кафедры
«Философия» Саратовского государственного
технического университета имени Гагарина Ю.А.

Irina V. Steklova –
Dr. Sc., Professor
Department of Philosophy
Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 15.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 304

С.И. Замогильный, И.В. Зоря

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧИХ МЕСТ И ОПЛАТА ТРУДА В КУЛЬТУРЕ МАЛЫХ И СРЕДНИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Сектор малого и среднего предпринимательства является сегодня ядром устойчивого экономического и политического развития. В то же время малоизученной страницей данного сектора являются социокультурные предпосылки формирования как страты собственников, так и страты несобственников – рабочих. Их необходимо рассматривать в контексте формирования как организационной культуры, так и профессиональной, в частности таких качеств, как уровень про-

¹ Менделеев Д.И. Об единице // Русская философия второй половины XIX века: Философия русских революционных демократов и естествоиспытателей: Хрестоматия. Ч. 1. Свердловск, 1991. С.223.

² См.: Рис М., Руффини Р., Уилер Дж. Черные дыры, гравитационные волны и космология. М., 1977. С. 329.

³ См.: Хокинг С. От Большого взрыва до черных дыр: Краткая теория времени. М., 1990. С. 147.

фессиональной подготовки, этические качества, чувство ответственности, долга. Авторами исследуется также сложный для людей рабочих профессий период, связанный с падением уровня заработной платы и проблемами задержек по оплате труда. Особое внимание уделяется факторам, влияющим на качество процессов производства, таким как формы разделения и оплаты труда, организация рабочих мест, условия труда на современном производстве и влияние этих факторов на тарифы и размеры заработной платы.

Предприятие, сотрудники, повышение заработной платы, задержки оплаты труда, квалифицированные рабочие, труд, качество и количество производства

S.I. Zamogilniy, I.V. Zorya

JOBSITE SETUP AND SALARIES IN SMALL AND MEDIUM-SIZE ENTERPRISE CULTURE

Currently the sector of small and medium-size enterprises is the core of steady economic and political development. However little study has been made of the sociocultural levels of formations of this sector as the levels of owners and workers. It is necessary to analyze them in the context of organizational culture formation and professional culture, particularly such characteristics as the level of professional preparation, ethic qualities, and the feeling of responsibility and duty. The author analyses the challenging period connected with wage delays and problems with wage, and considers the reasons for the first wage delay cases and relation to this problem of the state and the workers. The factors influencing the quality production processes, such as work division and wage forms, working places organization, working conditions at modern enterprise are pointed out, and the influence of these factors on wage tariffs and sizes are analyzed.

Enterprise, workers, wage rise, wage delays, qualified workers, work, quality and production quantity

Роль малого и среднего предпринимательства в современной экономике трудно переоценить. В развитых странах производимая в этом секторе продукция составляет большую часть валового национального продукта и экспорта, в нем сосредоточено значительное число рабочих мест. В целом можно заключить, что сектор малого и среднего предпринимательства является сегодня ядром устойчивого экономического и политического развития. В то же время малоизученной страницей данного сектора являются социокультурные предпосылки формирования как страты собственников, так и страты несобственников – рабочих. Их необходимо рассматривать в контексте формирования как организационной, так и профессиональной культуры, в частности, таких качеств, как уровень профессиональной подготовки, этические качества, чувство ответственности, долга, широта мировоззрения. В этом отношении важен анализ развития рабочего класса в течение столетий, в том числе и культурный фон, на котором происходило его формирование.

В этом отношении неопределимое значение имеют работы Ш. Фурье, Ф. Энгельса, М. Вебера, С. Булгакова и других корифеев науки. Один из современных марксологов Е.П. Томсон делает два базовых заключения из своего исследования. Во-первых, «при всех предостережениях выдающимся фактом периода между 1790 и 1830 гг. явилось формирование рабочего класса» [1]. Во-вторых, культура рабочего класса «была, возможно, наиболее выдающаяся популярная культура, которую когда-либо знала Англия» [1].

У М. Вебера социокультурное выступает в качестве отправной точки в социальных науках, его интересовало прежде всего «культурное значение» «денежного хозяйства»: «Культура – есть тот конечный фрагмент лишенной смысла мировой бесконечности, который с точки зрения человека обладает смыслом и значением» [2]. Исходя из этой логики и перенося ее в настоящий день, мы можем констатировать, что в производстве большое значение приобретают традиции и ритуалы, которые способствуют улучшению командной работы и открытости коммуникационных сетей, на знаково-символическом уровне – вера руководства фирмы в свои действия, поощрение руководством проявления сотрудниками самостоятельности в принятии решений, удовлетворенность условиями труда становятся необходимыми элементами организационной культуры в малом и среднем секторах экономики.

Существует ряд проблем, связанных с достаточно важной для каждого человека деятельностью, работой. Отдавая свои жизненные силы, человек надеется зарабатывать регулярную, достойную заработную плату для удовлетворения своих материальных и моральных потребностей. В то же время работодатели

также стремятся удовлетворить все свои потребности, нередко используя чужие заработанные деньги в своих целях, лишая тем самым тех людей всего, что обеспечивало бы им полноценную жизнь.

В современной России востребовано применение высококвалифицированного труда, главным элементом которого является сам рабочий, качественно выполняющий определенный набор функций, тем самым обеспечивая себе высокую заработную плату. К сожалению, не все зависит только от сотрудников, ежедневно выполняющих свои обязанности, а от работодателя. В России люди разной профессиональной принадлежности страдают то от мизерной заработной платы, то от постоянных невыплат заработанных ими денег. Тема задолженности в работах авторов, исследующих организационную культуру, не затрагивается. Дескать, с этим у нас все нормально, но в таком случае проблема организационной культуры у нас работает с теми понятиями, которые в организационной этике относятся к должному, а не к сущему.

О задолженности впервые в России простые рабочие и люди других профессий узнали в 1992 году [3]. Собственники предприятий и заводов ссылались на нехватку купюр при бесконечном росте цен. Эту проблему удалось достаточно быстро решить государству, напечатанных денег хватило и для столицы, и для региональных городов. В то время людям не пришлось долго ждать своих заработанных денег, о забастовках пострадавшие рабочие даже не задумывались. Этот «первый раз» работникам разных сфер деятельности показался не таким уж серьезным и сложным моментом их жизни. Сотрудники заводов и предприятий, перетерпев эту ситуацию, продолжали работать в тех же организациях, забыв о не приметном нарушении их прав со стороны работодателей. Собственники же этих предприятий и заводов, наоборот, приняли к сведению тот факт, что задолженность по зарплате не является столь угнетающим для людей способом накапливать деньги и совершать с ними выгодные для себя действия. Посмотрев на эту сложившуюся в стране проблемную ситуацию, государство оценило реальный вред, который может нанести задолженность людям. В результате того, что никто сильно не пострадал, были сделаны выводы о том, что такие меры вполне «терпимы» для людей и выгодны для государства и собственников.

Впоследствии такой терпеливости простых людей задолженности по заработной плате росли, и к 1997 году сумма «превысила 55 трлн. руб. и равнялась 128 % месячного фонда» [3]. Несмотря на погашение долгов и обещания со стороны правительства о том, что проблема по задолженности бюджетникам – это первоочередная проблема, к концу тысячелетия образовался дефолт, который почувствовали большинство людей страны.

Сегодня люди испытывают те же ощущения, что и десять с лишним лет назад. Такой «низкий» по отношению к простым людям способ накопления капитала собственников за счет невыплат и систематических задержек заработной платы может привести к всеобщим, массовым волнениям рабочих, а значит, к застоям и низким объемам производства.

Выход из сложившейся ситуации можно найти в ряде составляющих современного рабочего процесса, направленных на повышение как качества и количества производимой продукции, так и уровня заработной платы, являющейся основным мотивирующим способом содержания высококвалифицированной рабочей силы.

На каждом современном предприятии важным для собственника производства является налаженный механизм труда, наиболее значимым для успешности которого является разделение труда. От того, как правильно собственник распределит обязанности, функции, цели каждого из сотрудников, а также всего рабочего коллектива, повысит организационную культуру, зависят качество и количество производимой продукции, а также заработной платы рабочих.

К основной форме разделения труда относится функциональная форма, когда занятость сотрудников одного и того же предприятия отличается по набору функций, выполняемых человеком. Технологическое разделение труда способствует повышению качества выполняемых работ, а также устранению излишней монотонности, что, в свою очередь, может привести к снижению заинтересованности сотрудника в рабочем процессе. Ведь слишком широкий набор обязанностей может стать причиной снижения качества производства. Монотонное же выполнение одной и той же функции, на первый взгляд, может привести к совершенствованию навыков, но на самом деле – к утрате сотрудником активности на рабочем месте. Профессиональное разделение труда позволяет установить количество сотрудников той или иной профессии, требуемое на производстве, а квалификационное – определить для каждой должности квалификацию, которой обязан обладать сотрудник, выполняя соответствующий вид работ.

Вместе с формами разделения труда важно рассмотреть то, каким образом рабочие взаимодействуют между собой, а также процент влияния этого взаимодействия на повышение производительности труда. Особенно важным является взаимодействие сотрудников внутри одного рабочего коллектива, т.к. ежедневное общение и общий настрой напрямую влияют на сплоченность коллектива, что способствует повышению или понижению количества и качества продукции. Осознанность того, что важный пункт в достижении цели – качественно выполненная работа не одного коллектива, а ряда участков или отделов,

может дать положительный результат. Специальные меры по сплочению крупных компаний, такие как корпоративные мероприятия, направлены на повышение общей заинтересованности и чувства ответственности отдельного сотрудника за все подразделения одного предприятия.

В большом механизме процесса труда в организационной культуре не последнюю роль играет организация рабочих мест. В XXI веке современный работодатель, который стремится набрать квалифицированную команду специалистов, предлагает технически оснащенные рабочие места, где, с одной стороны, качество производства зависит от качества организованности рабочего места, а с другой – от заинтересованности в этом рабочем месте именно квалифицированного рабочего. Рабочие места могут отличаться по степени специализации, количеству человек, задействованных на одном рабочем месте, временным показателям, а также по степени автоматизированности. Существует ряд требований, предъявляемых к определенному рабочему месту, которые систематически проверяются службой контроля над правильностью оснащения рабочего места и безопасностью труда. В случае, когда собственник нарушает нормы организованности рабочего места по причинам экономии и в целях собственной выгоды, работник вправе отказаться даже от высокооплачиваемой работы.

Существует, на наш взгляд, важный фактор, влияющий в большей степени на сотрудника, на его моральные и физические ощущения от ежедневной деятельности, – условия труда. Климатические и социальные условия труда – это первая группа, которая в большей степени не зависит от самого собственника предприятия. Расположение организации в климатически неблагоприятном районе может выбрать сам соискатель по собственной воле, а положение в обществе или тарифы по оплате труда, установленные государством, никак не связаны с работодателем. Другие же «производственно-технические и социально-психологические» [4] условия труда зависят от того, на каком предприятии и на какого собственника работает сотрудник, с каким коллективом ему приходится трудиться, а также санитарные, эстетические и бытовые условия.

Что касается производственно-технических условий труда, то важно грамотно распределить нагрузку среди рабочих, а также уделить внимание безопасности оборудования. Санитарные условия труда, такие как правильная освещенность, чистота и нормированный уровень шума на рабочем месте прямым образом влияют на физическое здоровье человека. Современные работодатели в качестве повышения эстетических условий труда производят ремонт помещений, где трудятся люди, обращая внимание на правильный с психологической точки зрения выбор цвета стен, а также озеленяют территорию возле зданий и внутри организаций. Такие меры как развлекательные корпоративные мероприятия и коллективные психологические тренинги направлены на улучшение социально-психологических условий труда.

Выбирая потенциальное место работы, современный соискатель учитывает все вышеперечисленные факторы, но, несомненно, первое, на что человек обращает внимание при приеме на работу, – это оплата труда. Сегодня мы имеем разнообразие профессий, а также ряд обязанностей и требований, предъявляемых на том или ином рабочем месте, где заработная плата может зависеть только от работодателя. Для бюджетных организаций существует ЕТС РФ, а размер заработной платы определяется в зависимости от квалификации сотрудников и набора функций, которые они обязаны выполнять. Расчет заработной платы складывается из тарифной ставки, главным пунктом которой является наличие у работника «профессиональных знаний и трудовых навыков, необходимых для выполнения работ, отнесенных к данному разряду» [4].

Повысить свой квалификационный разряд, а значит, и заработную плату, сотрудник может, пройдя процедуру проверки знаний специальной комиссией, существующей на предприятиях. Сотрудник вправе также рассчитывать на надбавки к заработной плате, размер которых прямым образом зависит от самого работника. Премии выдаются наиболее активным, заинтересованным в своем деле сотрудникам.

Людям, живущим в разных районах страны, но имеющим одинаковые должности, являющимся одинаково активными в работе и обладающим определенными навыками и умениями, выплатят разную заработную плату. Причиной этого является районный коэффициент, который изменяется в зависимости от того, в каком месте страны располагается предприятие. При составлении суммы оклада учитывается то, что в разных местностях определен разный ценовой уровень на продукты, квартплату, а также берется во внимание и сама местность с особенностями климата и уровнем производства.

Несмотря на определенные размеры оплаты труда как на частных предприятиях, так и в бюджетной сфере, вместе с ЕТС РФ, надбавками и премиями существует также ряд факторов, влияющих на ее изменение. Согласно исследованиям в этой области [5], есть факторы, оказывающие влияние на увеличение объема и эффективности труда отдельно взятого человека. То есть такие меры, как плановое повышение квалификации, увеличение интенсивности и комбинирование должностей оказывает благоприятное влияние на сотрудника. Если брать весь рабочий коллектив в целом, то внутри рабочей группы людей, сплоченных одним делом, увеличение эффективности труда может быть обеспечено за счет материального стимулирования всего коллектива. Материальное вознаграждение выплачивается за выполнение объема работ целого рабочего коллектива за короткий срок или перевыполнение работы.

Повышение оплаты труда может никак не зависеть от сотрудников, а напрямую быть причиной таких факторов, как совершенствование оборудования и технической оснащенности на производстве, посто-

янный контроль убытков от брака, которые несет собственник предприятия, урегулирование вопросов, связанных с выплатами надбавок рабочим, имеющим дело с вредным производством. Народнохозяйственными [5] факторами можно назвать изменения тарифных сеток, разнообразие новых и актуальных отраслей, так часто появляющихся в разных регионах страны.

Можно выделить факторы, от которых зависит рост объема производства вместе с оплатой труда. К таким факторам относятся: улучшение управления на предприятии, меры по уменьшению количества отгулов, невыходов на работу по причине заболеваемости сотрудника, а также контроль потерь от брака и борьба с рабочими, которые не выполняют необходимого объема и норм, предусмотренных планом работы. Что касается факторов, которые косвенно увеличивают заработанную плату, а напрямую – объем производства, то к таким можно отнести причины, связанные с модернизацией и улучшением старой техники и оборудования, а также закупкой и дальнейшим использованием нового.

От выбора форм оплаты труда зависит объем производства, т.к. они позволяют увидеть связь заработной платы сотрудника с результатом его труда. Сдельная форма оплаты труда – это форма, при которой оплата производится после каждой определенной выполненной части работы по установленным тарифам. Такая форма оплаты введена на предприятиях, отвечающих ряду требований. Приведем два важных пункта требований: во-первых, на таких предприятиях работник может повысить размер оплаты своего труда за счет перевыполнения нормы. Во-вторых, собственнику предприятия должно быть необходимо это перевыполнение; такая ситуация касается тех предприятий, где требуется повысить производительность. Возможность перевыполнения нормы – важное условие при сдельной форме оплаты, и коэффициент увеличения обговаривается между сотрудником и работодателем заранее.

Сдельная форма оплаты разделяется, в свою очередь, на подсистемы, такие как прямая сдельная, рассчитанная на материальную заинтересованность отдельного рабочего; косвенно сдельная, касающаяся рабочих таких профессий, как наладчики установок, помощники мастеров и т.д., где сумма оплаты рассчитывается путем умножения «косвенно сдельной расценки на фактический выпуск продукции обслуживаемых рабочих» [4]. В условиях сдельной формы рабочий может рассчитывать при качественном перевыполнении объема работ, а также при выполнении определенных условий перевыполнения на премии из фондов организации, и такая форма заработной платы называется сдельно-премиальной. Аккордно-сдельной системой является система, в основе которой стоит не отдельно выполненная работа, а общий объем работ. На крупных предприятиях возможна также коллективная сдельная оплата, где результат работы зависит от того, как функции каждого сотрудника влияют на общий процесс производства целого коллектива.

Повременная форма оплаты труда в отличие от сдельной зависит от тарифной ставки работника или установленного оклада. Данная система подразделяется на простую повременную форму оплаты и повременно-премиальную. Сотрудники, работая в условиях простой повременной формы оплаты, получают одинаковую заработную плату на протяжении всего времени работы на предприятии. Если собственник устанавливает повременно-премиальную оплату, то, кроме одного и того же месячного оклада, рабочие, за те или иные положительные показатели получают доплаты.

Рассмотрев различные причины, такие как формы, условия труда, организованность рабочего места на предприятии, которые влияют не только на качественно и в срок выполненную работу сотрудников, но и на достойную заработную плату высококлассным специалистам, можно сделать общие выводы. Активно и заинтересованно работающие профессионалы бесспорно нужны каждому уважающему себя собственнику предприятия, который хочет выпускать качественный продукт без задержек и убытков, связанных с браком. Эти профессиональные рабочие в настоящий момент времени, при разнообразии фирм и организаций выбирают тех работодателей, которые обеспечат сотрудникам как возможность рассчитывать на повышение оплаты труда при перевыполнении работ, а также при других благоприятных для фирмы обстоятельствах, так и уверенность в хорошей организации и безопасности оборудования и рабочего места.

Можно сказать, что треугольник «рабочие», «экономика», «культура» – это не некие параллельные курсы развития. Это очень жесткий синтез и взаимодетерминация. Следует принять в качестве оснований исследований одну из важнейших научных предпосылок, что абсолютной доминантой в процессе эволюции человека и общества всегда является культура. На Международном симпозиуме, посвященном 110-й годовщине со дня рождения П.А.Сорокина, на котором рассматривались тенденции и перспективы социальной динамики, Д. Паллавичини отметил, что одна из областей, где «культура должна играть главную роль, – это экономика и окружающая среда» [63].

Но речь идет не просто о роли культуры в экономике, где может подразумеваться уровень общекультурной подготовки специалистов, в нашем случае малых и средних предприятий, их экономическая, профессиональная, правовая, административная культура и т.д. Мы хотели бы убедительно показать, что современный российский капитализм может быть возможен в силу того, что его ткань цементируют куль-

тура и этика, и это обстоятельство должно быть четко зафиксировано и в системе подготовки и переподготовки специалистов, и в канонах организационной культуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Thompson, E. P. The Making of the English Working Class / E.P. Thompson. London, 1963. 950 p.
2. Вебер М. Избранные произведения / М. Вебер. М., 1990. 808 с.
3. Зарплата и расплата: проблемы задолженности по оплате труда / под ред. Т. Малеевой; Моск. Центр Карнеги. М., 2001. 216 с.
4. Организация и оплата труда на предприятии: справ. пособие / А.И. Рофе, А.М. Шуников, Н.В. Ясакова. М.: Профиздат, 1991. 144 с.
5. Проскуряков В.М. Производительность и оплата труда: факторы роста и мера соотношения / В.М. Проскуряков, К.Ю. Лупанов. М.: Экономика, 1986. 112 с.
6. Паллавичини Д. Определяющая роль культуры / Д. Паллавичини; под ред. Ю.В. Яковца // Тенденции и перспективы социокультурной динамики: материалы к Международному симпозиуму, посвященному 110-й годовщине со дня рождения П.А. Сорокина / Международный фонд Н.Д. Кондратьева. М., 1999. С. 171-174.

Замогильный Сергей Иванович –
доктор философских наук, профессор, заведующий
кафедрой «Гуманитарные науки» Энгельского
технологического института (филиала) Саратовско-
го государственного технического университета
имени Гагарина Ю.А.

Sergei I. Zamogilny –
Dr. Sc., Professor
Head: Department of Humanities
Engels Institute of Technology – Branch
of Gagarin Saratov State Technical University

Зоря Ирина Валерьевна –
аспирант Энгельского технологического института
(филиала) Саратовского государственного
технического университета им. Гагарина Ю.А.

Irina V. Zorya –
Postgraduate
Engels Institute of Technology – Branch
of Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 15.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 7. 01: 316

В.С. Свечников, Л.Н. Чевтаева

ТЕЛЕВИДЕНИЕ И ИНТЕРНЕТ – НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ МАГИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ

Рассматриваются возможности телевидения и Интернета в распространении лженаучных мифологических воззрений на магию, приводятся примеры магических суеверий, анализируется мнение Комиссии по борьбе с лженаукой. Рассматриваются новые методологические подходы к культурологическому исследованию магических феноменов, позволяющие постичь рациональную сущность магических интеракций.

Магия, телевидение, Интернет, эзотерика, миф, суеверие, вера, виртуальность

V.S. Svechnikov, L.N. Chevtayeva

TV AND THE INTERNET AS NEW POSSIBILITIES FOR DISSEMINATION OF MAGIC THINKING

Possibilities of TV and the Internet in propagation of pseudo-science mythological views on magic are considered. Examples of magic superstitions are presented, and the opinion of the Committee on the struggle against pseudoscience is analyzed. New

methodological approaches to culturological research of magic phenomena are considered, allowing comprehending the essence of magic interactions.

Magic, TV, the Internet, esoteric, myth, superstition, faith, virtuality

*Сон разума рождает чудовищ
(Испанская поговорка)*

Ночь-День, Свет-Тьма, Добро-Зло, Черное-Белое...

Такие дихотомии устойчиво существуют в массовом сознании на протяжении всего существования человечества. Магия столь же прочно отождествляется с чем-то Богопротивным, темным и злым. Магией должно заниматься именно Ночью, когда Тьма скроет все Злые деяния... Эта таинственность, усиленная многочисленными мифами о магии, продолжает притягивать воображение, как запретный плод.

В России после начала «перестройки» уже более тридцати лет не прекращаются усиленно рекламируемые через СМИ самые разнообразные предложения магических услуг: привороты, гадания, ясновидение, снятие венца безбрачия и т. п.

До сих пор создаются фильмы, посвященные попыткам объяснения «телепатических способностей» Вольфа Мессинга. На первом канале в программе «Феномен» выступает Ури Геллер, демонстрируя столочерчение и сгибание металлических предметов «силой мысли». Магия с экранов телевидения и со страниц газет продолжает будоражить умы и воздействовать на воображение обывателей. Выходят все новые «сезоны» битв экстрасенсов, передачи «Сверхлюди среди нас» и т. п. Изредка появляются сообщения о ритуалах сатанинских сект.

С появлением и последующим за этим распространением Интернета по территории России весь этот вал «эзотерических знаний» приобретает еще больший размах и силу. Попробуйте набрать в поисковой системе слово «магия» и Интернет выдаст вам 6 миллионов ссылок по этому термину. Что за этим скрывается? Желание «магов» поделиться с народом своими тайнами? Стремление заработать на доверчивости простых, возможно, потерявших надежду на получение помощи, людей? Может быть это прорыв, поиск новой научной парадигмы? Исследование этого информационного феномена распространения магии представляется актуальным и своевременным именно в наши дни.

Здравомыслящие граждане России, бизнесмены, политики, врачи, ученые понимают, что любые таинственные явления всегда интересуют массы и являются превосходной почвой для различного рода спекуляций. Но, тем не менее, магическое воздействие набирает подчас такую силу, что Российская академия наук была вынуждена создать специальную Комиссию по борьбе с лженаукой и фальсификацией научных исследований.¹

Уже в первом своем бюллетене комиссия ставит вопрос: «...Почему лженаука столь привлекательна для СМИ? Да потому, что у нее нет тормозов. Она в отличие от науки может обещать все, что угодно... Лженауке свойственно манипулировать чудесами».

Виталий Гинзбург, по чьей инициативе и была в 1998 году организована эта Комиссия, Нобелевский лауреат по физике 2003 года, дал следующее определение основного предмета критики комиссии: «Лженаука – это всякие построения, научные гипотезы и так далее, которые противоречат твердо установленным научным фактам».

Профессиональным физикам и инженерам достаточно просто ориентироваться в лабиринтах терминологии лженаук, опираясь на известные официальной науке законы мироздания. Иное дело, когда исследователи-материалисты сталкиваются с магическими интеракциями. Все попытки объяснить происходящее на основании рациональной методологии в большинстве случаев оказываются несостоятельными. Как правило, исследователи, не знакомые с сущностью магических средств и приемов, наблюдают и пытаются объяснить не сущность происходящего, а лишь ту её интерпретацию, которую конструирует маг, погружая участников магической интеракции в некую виртуальную реальность. И в этом им помогают мифы о магии, устойчиво внедрённые в коллективное бессознательное. Виртуальная магическая реальность в таких мифах незаметно подменяется магами так называемой объективной реальностью, которая присуща массовому сознанию.

Мифы о магии порождали и продолжают порождать множество суеверий, которые дожили до наших дней: разбитое зеркало или черная кошка, перебежавшая дорогу, для многих людей и в двадцать первом столетии являются плохой приметой. Некоторые защищаются от нежелательных последствий, трижды стуча по дереву, другие не могут перенести вида рассыпанной соли или раскрытых ножниц на столе, третьи – боятся воя собаки или встречи со змеей или ящерицей. В медицинских клиниках избегают показывать на себе, например, место проведенной хирургической операции. Гадание по руке, на картах или на кофейной гуще превратилось в предпринимательство, и едва ли найдется какой-нибудь журнал или газета, где бы ни печатали астрологических гороскопов и прогнозов. Есть и такие люди, которые не выйдут из дому, не подбросив прежде в воздух три монетки, чтобы прочесть ответ в Китайской Книге перемен. Ношение различного рода амулетов для защиты от черной магии широко распространено. Лозоходство (радиостезия),

¹ http://www.nanometer.ru/2010/01/13/lzhenauka_162502.html

использование маятника для получения ответов из некоего «информационного поля», использование физических приборов для доказательства существования души и ауры – можно привести еще много примеров трансформации мифов о магии и приобретения ими наиболее употребительных форм, порождаемых тем социумом, в котором они вынуждены продолжать развиваться.

В примитивных обществах магия служила конкретным целям, и в этом заключалось ее социальное и прагматическое назначение. Колдун, маг, шаман служил обществу или конкретному заказчику, добиваясь заказанного результата. Именно за свое умение добиваться результатов он получал моральное или материальное вознаграждение. Рациональное умение колдуна получать результат неким непонятным мистическим образом ставило его в экстраординарную позицию по отношению ко всем остальным членам социума, не обладающим подобным умением, и давало ему определенные социальные права и привилегии.

В современных просвещенных социумах вера в магию претерпела огромные изменения. Секуляризация общества, материалистическая научная парадигма, внедряемая в массовое сознание уже с начальной школы, породили устойчивый миф о реальности материального и материальной основе мира, в котором нет места ничему сверхъестественному. На смену вере пришло неверие, но это неверие достаточно зыбкое.

Наряду с официальным материалистическим мировоззрением, активно внедряемым в школах и университетах, в последнее десятилетие в России наблюдается невиданная прежде тяга к религии. А религиозный человек, согласно выдвигаемой нами гипотезе, всегда верит и в магию.

Однако необходимо отличать веру от различного рода суеверий. В современном массовом сознании стойко присутствуют различного рода суеверия, щедро подпитываемые СМИ и огромным количеством доступной оккультной литературы, внедряемой через Интернет.¹

Учитывая некую шаткость атеистической парадигмы, современные оккультисты стремятся, прежде всего, поколебать ее устои воздействием на мифологичность, присущую массовому сознанию. Достигается это демонстрацией своих собственных экстраординарных возможностей. Понимание того, что обыватель, склонный к суевериям, но воспитанный на традициях почитания науки как двигателя прогресса, верит неким «научным откровениям», приводит к тому, что современные маги склонны рядиться в «научные одежды». В их словаре общения между собой и с клиентами начинают активно использоваться такие сложные научные термины, как *энергия, информация, торсионные поля, лептоны* и др. Все это накладывается на мало знакомые российскому обывателю восточные религии, с их понятиями *дао, кармы, чакр* и пр. В результате контактов с такими магами клиент подвергается активному информационному воздействию по внедрению в его сознание виртуальной реальности с определенными заданными свойствами. Отличительной стороной такой социально конструируемой реальности являются ее непостижимость и таинственность, основанные во многом на наукообразном тезаурусе. В свою очередь, эта непостижимость, ощущаемая большинством на интуитивном уровне, порождает заданное в рамках виртуальной реальности уважение к адептам этой «новой научной магии». Именно этого уважения, переходящего в беспрекословное подчинение с получением определенных социальных привилегий, и добиваются современные маги, действующие в строгом соответствии с ритуалами, описанными в классических трудах антропологов. В их действиях присутствует, как правило, лишь внешняя сторона магии.

В конце XX века появляется новый методологический подход, значительно отличающийся от традиционных эмпирических методов, применяемых в антропологии и социологии. Этот подход явился, по сути, творческим развитием метода «участвующего наблюдения». Американский антрополог К. Кастанеда и его последователи совершили своеобразный поворот в методологической проблеме изучения магии.

В 1968 году, за пять лет до получения К. Кастанедой степени доктора философии по антропологии, издательством Калифорнийского университета была опубликована его книга «Учение донна Хуана: путь знания индейцев яки» – книга, которая стала национальным бестселлером в США.² Вслед за ее выходом появилось множество отзывов, среди которых особняком стоит отзыв журналиста Роджера Джеллинга.

«Трудно переоценить значение того, что сделал Кастанеда. Он дал описание шаманской традиции – формы культуры, которая предшествует логике, и древность которой вряд ли кто-нибудь может определить. Она описывалась не раз... Но, похоже, еще ни разу посторонний наблюдатель, и тем более «житель Запада», не принимал участия в ее таинствах изнутри и не описывал их так хорошо».³

Журналист отметил главную особенность методологического подхода К. Кастанеды – изучение магии «изнутри». Начиная свои полевые исследования магии с общепринятого в антропологии и социологии метода наблюдения, К. Кастанеда переходит к тому, что можно назвать методом непосредственного личного участия.

Десятилетием ранее появления работ К. Кастанеды на такой методологии исследования настаивал Ч. Миллс: «...Открытие часто происходит как раз тогда, когда способный к воображению ум помещает себя непосредственно в гущу социальных ролей».⁴

¹ <http://www.sunhome.ru/magic>

² Кастанеда К. Учение донна Хуана. Отдельная реальность. Путешествие в Икстлан: пер. с англ. Киев: София, 1992.

³ Карлос Кастанеда и др. Лекции и интервью. Ч. 2 / сост. И. Старых. Киев: София, Ltd., М.: ИД Гелиос, 2001. С. 138.

⁴ Миллс Ч.Р. Социологическое воображение / пер. с англ. О.А. Оберемко; под общей ред. и с предисл. Г.С. Батыгина. М.: Изд. Дом «Стратегия», 1998. С. 87.

Такой метод непосредственного личного участия встретил суровую критику со стороны научного сообщества. К. Кастанеду в основном упрекали в том, что его описания шаманских практик бездоказательны. Критики Кастанеды утверждали, что «путь знания» разоблачает его работу как псевдоантропологическую фальшивку, полную сфабрикованных шаманов и основанных на чувственных ощущениях религиозных обычаев коренных жителей Америки.

Отвечая своим оппонентам в лице некоего обобщенного «профессора Икс», К. Кастанеда в одном из своих интервью говорит следующее: «...Я сказал ему, что, если он желает иметь доказательства в моей области, ему придется изучить магию № 101, но вряд ли он захочет это сделать, так как это потребует массы приготовлений».

Магия – это поток, процесс. Точно так же, как в физике, где приходится следить за математическими выкладками, за потоком рассуждений, профессору Икс пришлось бы проделать некоторые совсем простые вещи, чтобы быть в состоянии добыть достаточное количество энергии, которая даст ему возможность следить за магическим потоком.

Подводя итог, можно сказать, что ученый требует доказательств, но не желает произвести необходимые для этого приготовления».¹

Нам приходилось неоднократно беседовать с психологами, культурологами и социологами о научной ценности книг К. Кастанеды. Мнения их были совершенно разными. Основной аргумент, выдвигаемый социологами против 13 томов с авторскими описаниями непосредственного участия в магических практиках, заключался в том, что это не научные работы, а художественные книги. То есть смысл возражений был тот же самый, что и у противников самого К. Кастанеды: отсутствие возможности получения доказательств реальности описываемых феноменов.

Мы считаем, что в познании сущности столь загадочного и сложного социального явления, каковым представляется магия, художественное изложение приобретенного автором опыта может считаться не только вполне приемлемым, но и современным культурологическим подходом. В отстаивании этого положения можно сослаться на Ч. Миллса, который считал, что многие литераторы, описывая те или иные сообщества, раскрывая их нравственный смысл, являлись на самом деле социальными теоретиками.²

В книгах К. Кастанеды отчетливо прослеживается последовательный во времени рост его знаний и изменение отношения к этим приобретенным знаниям. В первых книгах он описывает свои ощущения от встреч с чудесным. В дальнейших работах, начиная с пятого тома, его понимание происходящего и объяснение всех событий переходят на совершенно другой уровень исследования социальных реальностей.

Самое главное, что присуще работам К. Кастанеды, на наш взгляд, это отсутствие в них мистики в ее традиционном понимании. Все сверхъестественные события, все сущности, с которыми встречаются маги, не относятся к декларируемому религиозными конфессиями духовному миру. Для встреч с ними не надо производить заклинаний. В магии индейцев яки, у которых обучался Кастанеда, таких заклинаний нет. Есть лишь кропотливая работа под руководством Нагваля (лидера) по расширению своих собственных возможностей восприятия мира. В системе миропонимания индейских магов существует некий Дух, который определяет и задает происходящие события, но все, что делают маги, относится к материалистическим действиям.

Пытаясь оценить влияние его работ, поклонники К. Кастанеды стали приписывать ему введение в общедоступную культуру богатых и разнообразных традиций шаманизма с их выразительным вхождением в необычные миры и столкновением с незнакомыми и иногда враждебными духами-силами, что дает возможность восстановить равновесие и гармонию тела, души и общества.

К. Кастанеда чрезвычайно точно и бесстрастно описывает все, что с ним происходило во время обучения магии. И магия, истоки которой уходят в древнюю Мексику толтеков, оказывается совсем не той, что изучали Д. Фрэнгер и Б. Малиновский. Общей характеристикой остается, пожалуй, лишь неуклонное следование древним традициям.

К. Кастанеда объясняет магию как социальную практику, которая дает магу возможность непосредственно видеть энергию. Все обучение магии было направлено именно на это. Но неопиты должны вначале освободиться от ограничений обычного восприятия. Это освобождение от ограничений и обучение видению становятся для ученика мага первоочередной задачей.

Маги, как это описывается в работах Кастанеды, считают, что качества обычного восприятия принудительно навязываются ребенку в процессе социального воспитания. Одним из неотъемлемых аспектов обычного восприятия является система интерпретации ощущений, которая превращает то, что человек наблюдает посредством органов чувств, в осмысленные единицы, рассматриваемые в соответствии с общественной системой ценностей.

Обычная социальная жизнь в обществе требует от членов этого социума слепой и безоговорочной приверженности нормальному восприятию, что исключает возможность непосредственного видения энергии. Изменение восприятия, однако, как утверждают К. Кастанеда и его последователи в своих книгах, вполне возможно, хотя на обучение этому уходят годы. Очень характерно следующее высказывание о ма-

¹ Миллс Ч.Р. Социологическое воображение... С. 87.

² <http://www.twirpx.com/file/156211/>

гии: «...Магия – это больше, чем черные кошки и обнаженные люди, танцующие ночью на кладбище и замышляющие недоброе против других. Магия холодна, абстрактна, сверхличностна».¹

К. Кастанеда писал, что Нагваль руководит другими магами. В его работах неоднократно подчеркивается, что маг – это просто человек знания, который знает космические энергии и умеет их использовать. Во все времена были посвященные, которые скрывали от посторонних свои знания, чтобы препятствовать их искажению или использованию в корыстных целях. Это были люди, которые могли вызывать в себе самих или в окружающем мире определенные необычные эффекты, и поэтому их называли по-разному и распределяли по разным категориям в зависимости от общества и времени: маг, целитель, ясновидящий, волшебник, медиум, астролог, факир, алхимик, колдун. В средневековье, кстати, существовало различное отношение официальной светской и духовной власти к различным направлениям магической деятельности: алхимики и астрологи пользовались признанием, колдунов и ведьм преследовала инквизиция. Следует, однако, оговориться, что в настоящее время в России, например, статус колдуна является скорее профессиональным наименованием, чем обвинением.

Для непосвященных, в том числе и для европейских исследователей магии, была видима лишь внешняя сторона магических действий. Поэтому ими исследовалась именно эта внешняя сторона: заклинания, ритуалы, танцы, специфическая музыка – все то, что порождает мифы. К. Кастанеда утверждает, что наряду с мифологической основой магии существует и истинная магия, которая не нуждается в мифах. По Кастанеде, много веков бок о бок развиваются, как минимум, две магии. Одна из них ложная, использующая лишь внешнюю сторону другой, истинной магии. Ложная магия во многом питается результатами реальной магии и порождает мифы. Непосвященные исследователи сталкивались лишь с этой ритуальной «псевдомагией», а сущность истинной магии оставалась им недоступной, поскольку эту сущность магии можно постичь, лишь став магом.

Таким образом, современные антропологические взгляды на магию предлагают два различных подхода, во многом, однако, дополняющих друг друга. Это, скорее, не два разных взгляда, а оборотные стороны медали.

Традиционный, классический взгляд на магию основывается на формулировке Б. Малиновского: магии как таковой нет, а есть лишь вера в нее. Новый взгляд также утверждает, что магии, использующей сверхъестественные силы, нет, а есть различные системы восприятия реальности. Измененная система восприятия открывает магу вход в иные реальности.

К. Кастанеда получил доступ к изучению психотехник, позволяющих неопиту преобразовать социально доступную ему систему знаний, и описал как алгоритмы магических психотехник, так и результаты их использования. Таким образом, К. Кастанеда изучил на практике то, что ранее было скрыто от исследователей магии. Это произошло лишь тогда, когда он смог активно внедриться в магический мир и исследовать его «изнутри». Можно, впрочем, отметить то обстоятельство, что книги К. Кастанеды, открывая всем этот эзотерический мир, одновременно предупреждают о его недоступности для большинства желающих его постичь самостоятельно. Для того, чтобы стать магом, утверждает Кастанеда, во-первых, нужен лидер. А во-вторых, нужно чтобы лидер сам выбрал себе ученика. Таким образом, шансы исследователя, желающего овладеть новым восприятием реальности, резко падают. Собственного его желания недостаточно. Скорее наоборот, лидер-Нагваль начинает обучать магии не желающих этого, а избранных Духом.

На наш взгляд, противоречивость работ К. Кастанеды, прежде всего, заключена в этих ограничениях возможностей социокультурного исследования магических феноменов. Любому социологу чрезвычайно сложно, если не сказать практически невозможно, проверить все те факты (которые описаны К. Кастанедой), с помощью известных методов и стандартных процедур социологического исследования, сложившихся в эмпирической социологии. Культурологи также испытывают неожиданные трудности не только в описании магических практик, но и в их трактовке и объяснении. Однако это не только не снижает ценности метода непосредственного личного участия, но ставит этот метод на первое место в исследованиях магии, поскольку именно он позволяет исследовать скрытые от непосвященных грани магической реальности.

Следует отметить, что первое знакомство с работами К. Кастанеды вызывает довольно скептическое отношение ко всему, что в них описано.

Однако после практического участия в специальных семинарах, развивающих сенсорные способности и основанных на отработке психотехник, подробно изложенных в книгах К. Кастанеды, отношение исследователя к магии толтеков может в корне измениться. Использование магических практик действительно изменяет систему восприятия и резко увеличивает уровни сенсорных возможностей индивидуума. Однако далеко не всегда это очевидно при умозрительном и скептическом отношении к описаниям их алгоритмов.

На наш взгляд, в результате публикации работ К. Кастанеды возник своеобразный культурологический миф со всеми присущими ему свойствами, выстроенный по законам современного мифотворчества.

¹ Абельяр Т. Магический переход. (Путь женщины-воина): пер. с англ. / пред. К. Кастанеды. Киев: София, 2000. С. 313.

Эта явная мифологичность текстов и практическая недоступность проверки многих положений, высказанных автором, служит своеобразной завесой, скрывающей от непосвященных эзотерический смысл учения и одновременно его рациональную основу. Мы считаем, что культурологическое исследование магических феноменов на основе методологии включенного наблюдения позволит по-новому оценить современный бум магических технологий и практик, «отделить зерна от плевел» и выстроить действительно научный барьер на пути продвижения шарлатанства и мракобесия.

Свечников Владимир Серафимович – доктор социологических наук, профессор кафедры «Природная и техносферная безопасность» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Vladimir S. Svechnikov – Dr. Sc., Professor
Department of Natural and Anthropogenic Security
Gagarin Saratov State Technical University

Чевтаева Лариса Николаевна – соискатель кафедры «Культурология» Саратовского государственного технического университета им. Гагарина Ю.А.

Larisa N. Chevtaeva – Applicant for a Degree
Department of Culturology
Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 15.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 316.42

А.С. Борщов

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ОБЩЕСТВА И ЧЕЛОВЕКА В РАМКАХ ИНФОРМАЦИОННОЙ ЦИВИЛИЗАЦИИ

В качестве методологических оснований исследования общества и человека в рамках информационной цивилизации предлагается континуум состояний (изменчивости и устойчивости), предметов (материальных и идеальных) и отношений (связи и обособленности), составляющих наиболее глубинную структуру, основание действительности в их взаимосвязи и взаимообусловленности.

Идеальное, изменения, информация, материальное, обособленность, развитие

A.S. Borshchov

METHODOLOGICAL RESEARCH FOUNDATIONS OF MAN AND SOCIETY IN THE FRAMEWORK OF INFORMATION CIVILIZATION

A continuum of conditions (variability and stability), objects (material and ideal) and relations (connection and separateness) constituting the deepest structure, and the foundation of reality in their interconnection and interdependence are offered as the methodological basis for a research of man and society in the framework of information civilization.

Ideal, changes, information, material, separateness, development, sustainability

Остановимся на фундаментальных особенностях развития в рамках современного этапа социальной эволюции – информационного общества. Несмотря на различные подходы к его описанию, инвариантом является признание связи данного этапа социального развития с доминирующей ролью «четвертого», информационного сектора экономики, следующего за сельским хозяйством, промышленностью и экономикой услуг. Капитал и труд как основа индустриального общества уступают место информации и знанию в информационном обществе [1].

Подобные социальные изменения в существенной степени детерминируют смену научной парадигмы, обуславливают соответствующие изменения научных представлений о действительности. Система научных знаний выступает как своего рода культурная диссипативная структура, толчком к возникновению которой служит социальная флуктуация. Информационная цивилизация требует новой научной парадигмы [2].

Различные авторы, выделяя характерные черты этой парадигмы, сходятся в том, что для нее характерно признание центральной роли человека в мире, целостного характера действительности, тотальности

развития, всеобщности связей, нелинейности изменений, положительной роли случайности в самоорганизации и саморазвитии и др. Из этого многообразия характеристик необходимо выделить те базисные положения, которые составляют фундамент для всех остальных. Возникает необходимость поиска тех методологических оснований, которые адекватно отражали бы особенности информационной цивилизации и новой научной картины мира.

Новая картина мира, становление которой происходит в настоящее время, имеет ряд особенностей. «Сквозной» для различных наук становится идея развития. Если в прошлом развитие связывалось прежде всего с биологическими и социальными процессами, то сегодня принцип развития, идеи эволюции проникают и в науки о неживой природе.

Вся история Вселенной может быть описана как последовательная смена ряда эпох: эры Планка, эры великого объединения, адронной эры, лептонной эры, плазменной эры, современной эпохи [3]. Широкое проникновение идей развития, доминирующих в науках об обществе, в естественные науки является своего рода отрицанием отрицания, «якобы возвратом к старому». Ведь учение о развитии было создано и глубоко продумано на материале фактов, относящихся не к социальной истории, а к истории природы. Эволюционное мышление, т.е. понимание мира как процесса эволюции, существовало еще у древних греков. Первыми творцами исторической теории в XVII в. были не социологи и не историки гражданского общества, а физики, математики, физиологи. Первая теория развития, охватывающая развитие солнечной системы, возникновение и развитие Земли, появление и развитие растительных и животных организмов, принадлежит Декарту, ученому и философу, далеко стоявшему от социальных наук [4].

Интерес к эволюционным процессам в значительной степени связан с успехами термодинамики неравновесных процессов. Результаты, полученные в этой науке, оказали влияние на изменение научной картины мира. Было показано, что существует особый класс необратимых процессов, характеризующихся возникновением структур вдали от положения равновесия при особых внутренних и внешних условиях. Подобные структуры могут возникать в природе во всех случаях, когда выполняются следующие условия: система является термодинамически открытой (то есть может обмениваться веществом или энергией с окружающей средой); динамические уравнения системы нелинейны; отклонение от равновесия превышает критическое значение; микроскопические процессы носят кооперативный (согласованный) характер [5].

Если воспользоваться терминологией Пригожина, то можно сказать, что все системы содержат подсистемы, которые непрерывно флуктуируют. Иногда отдельная флуктуация или комбинация флуктуаций может стать (в результате положительной обратной связи) настолько сильной, что существовавшая прежде организация не выдерживает и разрушается. В этот переломный момент (который авторы книги называют особой точкой или точкой бифуркации) принципиально невозможно предсказать, в каком направлении будет происходить дальнейшее развитие: станет ли состояние системы хаотическим или она перейдет на новый, более дифференцированный и более высокий уровень упорядоченности или организации. То есть существует возможность спонтанного возникновения порядка и организации из беспорядка и хаоса в процессе самоорганизации [6].

Необычайная сложность человеческого общества, пронизанного многообразными (в том числе и информационными) связями приводит к тому, что оно претерпевает огромное число бифуркаций, приводящих в конечном счете к его самоорганизации и саморазвитию. Энтропия уже не противостоит абсолютно порядку, информации, а, напротив, способна детерминировать развитие по восходящей линии [6]. Изменчивость, являющаяся характерной чертой действительности, становится в информационном обществе определяющей. Информационное общество – это определенное процессуальное состояние, пронизанное изменениями и открытое к инновациям. В то же время важной стороной такого общества является его устойчивость. Проблема устойчивого развития выступает в качестве фундаментальной проблемы информационной цивилизации. Состояния изменения и покоя не существуют друг без друга и могут быть разделены лишь в ходе логического анализа, что является огрублением реальной ситуации. В действительности же изменение и покой выступают в качестве различных проекций состояния объекта.

В данном контексте можно рассматривать человека либо как процессуальное существо, причем процессуальность представляется в качестве фундаментальной характеристики индивида, либо артикулировать внимание на стабильности, неизменности его основных характеристик. Многие философы настаивают на том, что человек является становящимся, самосозидающимся существом, творцом собственной истории. Чтобы быть органической частью непрерывно меняющегося мира, самим людям необходимо стать другими, измениться [7].

Изменчивость, процессуальность вовсе не должны пониматься как нечто вторичное, определяемое объектом. В общем случае бессмысленно ставить вопрос о первичности или вторичности предметов и изменений: каждому новому материальному или идеальному объекту (в рамках единого) предшествуют определенные изменения, другие изменения сосуществуют с ним, третьи – обусловлены самим объектом.

Но если человек историчен и преходящ во времени, если он конструирует или создает себя, изменяясь и модифицируясь во времени и с течением времени, то он более не является разумным, он становится разумным, не является социальным, а становится таковым. С другой стороны, существует убеждение, что человеческая природа фиксирована и неизменна. Э. Фромм и Р. Хирау настаивают на необходимости пре-

одоления трудностей, вызванных этими двумя крайностями, полагая при этом, что в человеке с тех пор, как он стал человеком, есть нечто всегда постоянное – природа; но человеку присуще также великое множество переменных факторов, делающих его способным к обновлению, творчеству, созиданию и прогрессу [8]. Подобная констатация, однако, не только не преодолевает эти трудности, но и усугубляет их, поскольку изменчивость и устойчивость рассматриваются в качестве параллельно существующих и независимых друг от друга сторон.

Изменчивость и устойчивость взаимно полагают и дополняют друг друга, образуя при этом континуум – непрерывную совокупность, неразрывное единство и целостность. С этой точки зрения человек также выступает как единство состояний изменения и покоя, каждое из которых не существует без другого, возможно лишь по отношению к другому и может быть выделено и рассмотрено отдельно лишь при логическом анализе.

Одной из фундаментальных особенностей грядущей цивилизации является то, что все традиционно выделяемые ее признаки в той или иной мере, в явной или неявной форме содержат представления об информации – особой сущности, которая не сводится к ее материальным (вещественным и энергетическим) носителям. Конечно, любая информация связана с ее материальным субстратом, но содержательный и аксиологический аспекты информации идеальны по своей сути. Если отбросить крайние подходы, то информация представляет собой некоторое единство материального и идеального, что вызывает необходимость выявления их соотношения и взаимообусловленности.

Проблема соотношения материального и идеального является вечной и традиционной философской проблемой. Можно спорить о том, является ли этот вопрос основным вопросом философии или нет (для каждой философской системы он различен), но сама философия существует лишь до тех пор, пока имеется эта дилемма, поскольку в истинном виде философия возникает лишь со времен Платона, открывшего существование наряду с материальным его антипода – идеального мира.

Традиционные подходы: материалистические, идеалистические, дуалистические либо, в конечном счете, сводят материальное и идеальное друг к другу, либо абсолютно разводят их. В рамках представлений о едином целостном мире возможно иное решение проблемы соотношения материального и идеального, при котором они хотя и связаны, но не сводятся друг к другу. При подобном подходе материальное и идеальное не существуют сами по себе, а являются лишь различными сторонами единой сущности, их общего основания. Такие взгляды имеют глубокие исторические корни. У Платона высшее начало – некоторое «Единое», выступающее как принцип бытия, истинности, познаваемости и ценности, присутствует в каждой отдельной части бытия [9]. Плотин исходит из того, что наивысшее начало – это абсолютно единое, которое, будучи выше бытия и мышления, служит верховной причиной обоих. Оно представляет собой абсолютно-истинную основу всего существующего, не являясь при этом каким-либо из видов последнего. При чем единое не может быть совокупностью всего и есть все в том смысле, что все к нему стремится и из него исходит [10]. Шеллинг полагал, что в абсолюте реальное есть идеальное и, наоборот, идеальное – реальное. В нем содержится все без противоположности, как совершенство и истина вещей. При этом отношение души к телу есть не отношение различного друг к другу, а отношение единства к единству. Каждое из них отражается в соответствии с другим не путем причинной обусловленности, а посредством предустановленной гармонии в вечном [11].

Эти представления удивительным образом перекликаются с современными взглядами. Так, Д. Бом в рамках теории «Голографической Вселенной» настаивает на том, что разум и материя возникают из одной общей основы [12]. В отличие от взглядов материалистов и идеалистов из данной теории следует, что материю и сознание нельзя объяснить друг через друга или свести друг к другу. И то и другое – абстракции имплицитного порядка, их общего основания, и представляют поэтому нераздельное единство [13].

Рассматриваемое соотношение между материальным и идеальным может быть развернуто до следующих концептуальных положений:

- действительность представляет собой Универсум, где все связано со всем, и все от всего зависит;
- существуют некоторые структуры, инвариантные для всех объектов, в которых снимаются противоречия между полярными сущностями, в том числе между материальным и идеальным;
- любой объект представляет собой континуум – неразрывное единство материального и идеального;
- материальное и идеальное выступают как предельные стороны, различные проекции единой сущности;
- материальное и идеальное не существуют друг без друга, но не связаны каузальной зависимостью, предполагающей отношение порождения;
- материальное и идеальное не связаны друг с другом отношениями первичности и вторичности.

Сказанное полностью относится не только к информации но и к любым другим элементам информационного общества, представляющим собой единство материального и идеального. Конечно, сказанное справедливо, лишь если исходить из того, что идеальное имеет социальное происхождение, а не содержится внутри мозга и представляет собой совокупность нейродинамических процессов. В информационной цивилизации идеальная компонента информации тесно связана с человеком. Идеальное заключено во всех тех

вещах, которыми «опосредованы» общественно – производящие свою жизнь индивиды: словах языка, книгах, статуях, храмах, телевизионных башнях, орудиях труда начиная с каменного топора и до современной автоматизированной фабрики и электронно-вычислительной техники [14]. Однако это идеальное неразрывно связано с материальным, образуя вместе с ним то Единое, которое существует в каждом объекте. Поэтому выделяемые материальные и идеальные предметы являются лишь абстракциями, достаточно грубо отражающими реальную действительность лишь с позиций превалирования материального или идеального в каждом конкретном случае. В целом по мере развития информационного общества существует тенденция возрастания роли идеальной компоненты его элементов. Однако всегда, в любых случаях материальная также присутствует в рамках Единого. Из подобных представлений вытекает, что классические материалистические и идеалистические представления дополняют друг друга, акцентируя внимание на различных аспектах континуума: материальное – идеальное.

Констатация наличия разума и способности к символотворчеству с неизбежностью приводит ко взгляду на человека с точки зрения соотношения материального и идеального. Это может быть традиционная позиция превалирования одного из них, признания его определяющим, первичным. При этом любые построения, касающиеся символов, смыслов, текстов, в конечном счете, все равно приводят к традиционной проблеме соотношения материального и идеального. Это тем более относится к проблеме человека, в которой материальное и идеальное существуют в явном виде, но является лишь проекциями «единого».

В рамках данного единства человек, как мыслящая сущность, открытая бытию, стоит перед бытием, с бытием соотносится и ему, таким образом соответствует. Человек и бытие вверены друг другу и принадлежат друг другу. Само бытие присутствует и является только в той мере, в которой оно приступает с притязаниями к человеку, поскольку только человек, будучи открытым бытию, позволяет бытию приблизиться к себе его присутствием [15].

Материальное и идеальное оказываются теми границами, в рамках которых человек остается человеком (в своем крайнем плотском выражении человек – животное, а в другом, крайнем – духовном – бог). Подобный зоо- или теоморфизм – одинаково опасные позиции, отражающие крайности человеческого бытия, с одной стороны, редуцирующие человека к животному, а с другой – постулирующие сверхчеловеческое человекобожие [16].

Еще одна особенность современных научных представлений, ярко проявляющаяся в информационном обществе, – возрастание роли связей и отношений. Наличие всемирных информационных сетей позволяет говорить об информационном единстве цивилизации. Данная особенность отчетливо проявляется и в научном познании. В настоящее время ведущей является тенденция, в соответствии с которой происходит переход от анализа объектов к исследованию их отношений. В рамках этих представлений любую вещь следует определять не тем, что она представляет сама по себе, а ее связями с другими вещами [17]. Рост числа связей, их качественная дифференциация являются особенностью самоорганизующихся и саморазвивающихся систем, характерных для информационного общества. В то же время не менее значимыми являются отношения обособленности. Они имеют всеобщий статус не в смысле отсутствия связей между объектами, провозглашаемым жестким индетерминизмом, а в том смысле, что существует некоторый континуум связи и обособленности, в котором всеобщая связь и всеобщая обособленность выступают лишь в качестве предельных, абстрактных полюсов существующих реальных отношений. Рост реального многообразия объектов информационного общества означает не только рост числа отношений связи между этими объектами, но и рост отношений обособленности, поскольку возникновение всякого нового объекта есть выделение и обособление его из ряда других объектов. В частности, возникновение новой информации предполагает вычленение ее из информационного хаоса и обособление от другой информации. Таким образом, всякое отношение развитых объектов есть единство многообразия отношений связи и обособленности. Представление отношений связи и обособленности в качестве континуума позволяет смягчить непримиримость детерминистских и индетерминистских представлений о действительности.

Взгляд на человека через призму отношений исходит из признания доминирования связей человека, как интегрального социального существа, сущность которого представляет совокупность общественных отношений, или акцентирует внимание на обособленности человека, его выделенности из многообразия объектов Универсума и известного противостояния миру. Классическим примером рассмотрения человека как не существующей самостоятельно части целого – совокупности общественных отношений, является известная мысль К. Маркса о том, что сущность человека не есть абстракт, присущий отдельному индивиду [18].

Существенно то, что подобная совокупность представляет собой соборность – органически неразрывное единство «я» и «ты», вырастающее из первичного единства «мы». Не только отдельный член общества, будучи неотделим от другого, тем самым неотделим от целого, не только «я» немислимо вне объемлющего его единства «мы», но и наоборот: единство «мы» внутренне присутствует в каждом «я», является его внутренней основой собственной жизни. Целое не только неразрывно объединяет части, но налично в каждой из своих частей [19].

Отметим, что сама включенность человека в Универсум возможна лишь в том случае, когда он тождественен Универсуму, а Универсум – ему. Здесь исчезает механистическая зависимость между частью и целым, целое оказывается включенным в каждую свою часть, Вселенная содержится в человеке.

Эта достаточно крайняя, жесткая позиция, выступая как некоторый полюс, предполагает наличие другого полюса – полярного подхода, артикулирующего обособленность, суверенность, в том числе и сущности человека. Э.Левинас справедливо замечает, что хотя мы окружены существами и вещами, связи с которыми поддерживаем, все эти связи переходные: я касаюсь предмета, я вижу другого. Однако я не есть другой. Я – это я сам. Мое бытие, тот факт, что я существую, – мой акт существования – представляет собой нечто совершенно непереходное, безинтенциональное, безотносительное. Существа могут обмениваться между собой всем, кроме своего акта существования [20].

Отмеченные отношения связи и обособленности на самом деле не могут существовать друг без друга. Выделение каждого из них возможно лишь в результате противопоставления другому. Причем речь не идет лишь о гносеологической процедуре. Существуют онтологические основания подобного единства, взаимодополнительности и взаимообусловленности. В этом смысле человек предстает как определенная подвижная, пульсирующая совокупность внутренних и внешних отношений, в которых связь и обособленность находятся в различных сочетаниях, где может превалировать то одно, то другое, но всегда существует их неразрывное единство. Вне этого единства он теряет свою человеческую сущность, деперсонализируется, утрачивает собственное «Я».

Выделенные предметы (материальные и идеальные), отношения (связи и обособленности), состояния (изменения и покоя) образуют устойчивую структуру Универсума. Все, что имеется в нем, может быть интерпретировано как предмет, отношение или состояние. Они неразрывно связаны друг с другом, полагают и дополняют друг друга. В общем случае бессмысленно ставить вопрос о первичности и вторичности каждого из этих феноменов. Казалось бы, первоначальной сущностью являются предметы, однако любой предмет не только связан определенными отношениями с другими предметами, но и сам представляет собой определенную систему отношений, вне которой он просто не существует. То же самое относится к состояниям, которые детерминируют объекты и детерминированы ими. В качестве крайней позиции отметим представления Д. Бома о том, что в основании реальности лежит некоторое неустранимое первоначальное «холодвижение», порождающее все многообразие мира [21]. Представление о единстве, неразрывности состояний изменения и покоя снимает противопоставление крайних позиций по поводу их места и роли в развитии.

Отмеченный континуум предметов, отношений, состояний особенно ярко проявляет себя в информационном обществе, в котором, с одной стороны, многообразие связей, целостность, открытость социальных систем порождают изменение и развитие, а с другой – даже несущественные изменения, флуктуации благодаря синергетическим механизмам и развитым информационным каналам могут усиливаться до гигантских волн, разрушающих старую систему и создающих в процессе самоорганизации новую структуру, представляющую собой многообразие связей и отношений. Отметим также, что сами связи предстают здесь в качестве связей – процессов, процессуальных отношений, разворачивающихся во времени и имеющих ряд этапов развития. В то же время все процессы, протекающие в информационном обществе, благодаря глобальным информационным сетям должны быть рассмотрены как элементы структурированных образований, включающих в себя связи с другими процессами. Важным также является то, что любые материальные изменения оказываются промодулированными информационными характеристиками, в которых существенная роль принадлежит идеальной компоненте.

Таким образом, в качестве одного из возможных подходов в выявлении методологических оснований информационной цивилизации может быть предложена концепция континуума – непрерывной совокупности предметов, отношений и состояний, составляющих наиболее глубинную структуру, метафизические основания действительности.

Взгляд на проблему человека через три выделенные грани призмы дает мозаичную картину сущности человека во всем многообразии его свойств и характеристик. Вопрос в том, имеется ли единство, взаимодополнительность и взаимообусловленность данных сторон, или они существуют независимо друг от друга, отвергают друг друга, отражая позиции непримиримых подходов. Существует ли сама «призма» или наличествуют лишь ее грани? Ответ положителен. Отмеченные неразрывность материального и идеального, изменчивости и устойчивости, связи и обособленности, составляющих континуальное единство человека, образуют более глубокий континуум – единства и неразрывности самих элементов данной триады, которые также предполагают и дополняют друг друга, образуя при этом единство, целостность, Универсум человека. Например, многообразные материальные и идеальные отношения, в которые оказывается включенным человек, приводят к изменениям, которые, в свою очередь, порождают новые отношения. Изменения выступают необходимым условием существования материального и идеального и т.д. Элиминирование любого элемента данной триады разрушает этот Универсум, приводит к пониманию человека, представлению его сущности лишь как одной из возможных проекций, упрощающих и схематизирующих реальность. Лишь взаимная модуляция материального и идеального, связи и обособленности, изменчивости и устойчи-

ности образует то гармоничное единство, которое является Универсумом человека, в рамках которого человек остается человеком.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гуревич П. А волны истории плещут / П. Гуревич // Тоффлер Э. Третья волна. М., 1999. 784 с.
2. Тоффлер Э. Наука и изменения / Э. Тоффлер // Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. М., 1986. 432 с.
3. Девис П. Случайная Вселенная / П. Девис. М.: Мир, 1985. 160 с.
4. Асмус В.Ф. Избр. философ. труды / В.Ф. Асмус. М., 1971. Т. II. 569 с.
5. Эбелинг В. Образование структур при необратимых процессах / Э. Эбелинг. М.: Мир, 1979. 279 с.
6. Пригожин И. Порядок из хаоса / И. Пригожин, Н. Стенгерс. М., 1986. 432 с.
7. Печчеи А. Человеческие качества / А. Печчеи. М.: Прогресс, 1980. 312 с.
8. Фромм Э., Хирау Р. Предисловие к антологии «Природа человека» / Э. Фромм, Р. Хирау // Глобальные проблемы и общечеловеческие ценности. М., 1990. 495 с.
9. Платон. Соч.: в 3 т. / Платон. М., 1979. Т. 2. 580 с.
10. Платон. Избр. трактаты: в 2 т. / Платон. М., 1994. Т. 1. 527 с.
11. Шеллинг. Соч. / Шеллинг. М., 1987. Т. 1. 639 с.
12. Bohm D. Postmodern science and a postmodern world / D. Bohm // The reenchantment of science: Rostmod. proposals. New York, 1988. 274 p.
13. Грофф С. За пределами мозга / С. Грофф. М., 1993. 264 с.
14. Ильенков Э. Диалектика идеального / Э. Ильенков // Искусство и коммунистический идеал. М., 1984. 238 с.
15. Хайдеггер М. Закон тождества / М. Хайдеггер // Разговор на проселочной дороге. М., 1991. 192 с.
16. Перспективы метафизики. СПб, 2001. 269 с.
17. The turning point: Science, society, and the rising culture. / F. Capra. L.: Wildwood house, 1982. 238 p.
18. Маркс К. Сочинения / К. Маркс, Ф. Энгельс. Т. 3. 598 с.
19. Франк С.Л. Духовные основы общества / С.Л. Франк. М., 1992. 511 с.
20. Левинас Э. Время и другой / Э. Левинас. СПб., 1998. 266 с.
21. Капра Ф. Уроки мудрости / Ф. Капра. М., 1996. 318 с.

Борщов Александр Сергеевич –
доктор философских наук, профессор, заведующий
кафедрой «Философии» Саратовского
государственного технического университета
имени Гагарина Ю.А.

Aleksandr S. Borshchov –
Dr. Sc., Professor
Head: Department of Philosophy
Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 15.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 008:316

М.А. Абрамов, В.Н. Срибный

ФОРМИРОВАНИЕ КУЛЬТУРЫ МЕЖНАЦИОНАЛЬНОГО ОБЩЕНИЯ БУДУЩИХ ОФИЦЕРОВ ВНУТРЕННИХ ВОЙСК МВД РОССИИ

На базе авторского эмпирического исследования суммируются выводы методологического плана по решению межнациональной проблемы в рамках многонационального воинского коллектива. Основное заключение, к которому приходят авторы, то, что комплекс проблем, свойственный вооруженным силам 1980-1990 гг., ныне изменился. В новой иерархии проблем роль межнациональных отношений иная. Решаться проблема межнациональных отношений должна в комплексе с другими, исходя из социокультурной ситуации, характерной для современной России и на основе несколько иных методик по сравнению с применявшимися в советское время.

Межнациональные отношения, многонациональный коллектив, воинская толерантность, национальная культура, этнические стереотипы, национальный вопрос

M.A. Abramov, V.N. Sribny

FORMATION OF CULTURE OF INTERNATIONAL DIALOGUE OF FUTURE OFFICERS OF INTERNAL FORCES THE MINISTRY OF INTERNAL AFFAIRS OF RUSSIA

On the basis of the author's empirical research the conclusions about the methodology for deciding international problems within the limits of multinational military collective are summarised. The basic conclusion is that the set of problems peculiar of the armed forces in 1980-1990 have currently changed. In the new hierarchy of problems the role of international relations are different. The problem of international relations should resolved together with a complex of other problems, starting with sociocultural situation characteristic of modern Russia, and on the basis of the different techniques than those applied in the Soviet times.

International relations, multinational collective, military tolerance, national culture, ethnic stereotypes, an ethnic question

Вопрос межнациональных отношений связан с культурологической проблематикой, поскольку является аспектом более широкой проблемы диалога культур. Значимость этой проблемы была показана отечественными мыслителями ещё в XIX веке. Именно тогда была отмечена связь кризисных процессов, обозначившихся в рамках западно-европейской культуры с дефицитом процессов межкультурного диалога как внутри западной культуры (недостаток «знания, сфокусированного сердцем», отмеченный И.В. Киреевским [1], то есть того, что ныне именуется «междисциплинарным подходом» и гуманитарной парадигмой знания), так и вне её (органически присущий Западу недостаток этнотолерантности, согласно Н.Я. Данилевскому [2]). В качестве альтернативы внешне- и внутрикультурной замкнутости отечественными мыслителями выдвигалось сохранение национальной самобытности разных народов, выраженной в их культурном достоянии и ценностных ориентациях. Именно национально-культурное разнообразие – основа богатства творческих проявлений народа и качества жизни всего общества. В этой связи перед образованием встает цель сохранения культурного пространства государства путём восприятия молодым поколением традиционных культурных ценностей. «Задачи образования при такой поставленной цели формулируются как патриотическое и нравственное воспитание, обращенное к идеальным установкам народа» [3].

Сказанное предполагает, что национальное начало является одним из оснований нравственных качеств человека и делает необходимым для военного воспитателя знание религиозных и исторических основ национальных культур народов России. Если национально-культурную составляющую воспитания можно полагать относительно статической, то изменения общекультурной ситуации – динамический компонент. Именно в их взаимодействии происходит формирование воинского коллектива как социокультурной целостности. Поэтому военный воспитатель должен владеть в равной мере знанием основ психологии различных народов нашей страны, их исторического прошлого, современной социокультурной ситуации, и, естественно, знанием требований правовых, служебно-нормативных и иных актов, регламентирующих отношения в воинском коллективе.

Многонациональный коллектив – это область взаимодействия разных культурных традиций. В нашем исследовании мы исходим из такого определения воинского коллектива и из нижеследующего определения проблематики воспитания военнослужащих в воинских коллективах офицерами-практиками: «Многонациональный воинский коллектив можно охарактеризовать как группу военнослужащих различных наций и народностей России, объединенную общими целями, единым руководством и совместной деятельностью по защите государственных интересов и обеспечению общественной безопасности граждан» [4]. Применительно к внутренним войскам следует отметить, что для них культура межнационального общения является одним из важнейших факторов эффективного функционирования. Это связано с тем, что войска правопорядка принимают участие в ликвидации причин и последствий вооруженных конфликтов внутри государства, защищают российских граждан независимо от их национальности. Многонациональность воинского коллектива – непростой социокультурный фактор его жизни и деятельности: многонациональность при разумном подходе командира может способствовать повышению эффективной деятельности, а может и парализовать его деятельность, если в коллективе будут допущены противоречия между представителями разных наций.

На базе результатов авторского исследования межнациональных отношений в курсантском коллективе необходимо сделать вывод, что основное значение в развитии межнациональных отношений в России имеет появление новых конфликтогенов социально-экономического, социально-политического и морально-психологического планов. Таким образом, отмечается, что наряду с комплексом относительно традиционных для военного коллектива проблем (обозначенным ещё в советское время – дедовщина, землячества, межрелигиозные противоречия) появился новый – связанный с новой политико-экономической и морально-психологической ситуацией в российском обществе. *На первый план для современной курсантской молодежи выходят социально-иерархический и социально-экономический факторы, а факторы национальных и*

религиозных различий, а также продолжительности службы отступают на второй план. Вместе с тем и традиционные проблемы не теряют своей остроты, притом создавшееся положение не является фатальным. Чтобы процесс адаптации представителей разных народов в воинском коллективе проходил успешно, необходимо также, чтобы офицер имел представление о проблематике, характерной для всего воинского коллектива и общества в целом. Для него необходимо знание основных этнических авто- и гетеростереотипов, с которыми курсанты приходят на военную службу. Этнопсихологическая и культурологическая компетентность офицера позволяет минимизировать конфликты межнациональной природы в военном коллективе и в максимальной мере заменить вынужденное давление по вертикали воинской иерархии самопринуждением. Не случайно ныне авторы В.А. Митрахович и А.А. Маркарян ввели понятие «воинской толерантности» [5], подразумевающее терпимость к различиям военнослужащих при неравнодушном отношении, предполагающем неукоснительное следование требованиям нормативно-правовых и служебных документов, а также нормам морали, воинского и общегражданского этикетов.

Необходимо отметить морально-психологическую природу всестороннего кризиса, охватившего наше общество и являющегося базовой причиной обострения межнациональных отношений в вооруженных силах. Здесь очень важно осознание того, что только нравственность человека – самый надежный залог, что полученные им профессиональные, и, прежде всего, боевые навыки будут применены им во благо. Расширить горизонты нравственного сознания человека могут только гуманитарные науки, изобилующие жизненными примерами, доносящими до обучаемых вековую мудрость различных народов, выводы из повседневной практики, из опыта отношений людей друг с другом и с природой.

Следовательно, очень желательно, чтобы в рамках дисциплины «Военная педагогика и психология» был блок, посвященный социальной и национальной психологии. Кроме того, необходимо, чтобы в рамках предмета «Культурология» в ходе изучения основных национальных культур присутствовала информация о национально-психологических особенностях представителей тех или иных культур, характерных особенностях национальных этикетов, специфике языка жестов, свойственной для различных народов.

Необходимо комплексное развитие воинской толерантности: когда задействованы рациональный компонент (проведение лекций, воспитательных бесед, семинаров, чтений, конференций, олимпиад, викторин), эмоциональный (грамотный целенаправленный подбор культурных мероприятий, задействование произведений искусства в воспитательной работе) и действенно-практический (сплочение курсантов разных национальностей общим трудом, постановка перед многонациональным коллективом тех или иных задач, подача деятельного примера конструктивных межнациональных отношений со стороны командиров и начальников, а также курсантов старших курсов). Всё это может помочь наладить в воинском коллективе здоровую атмосферу межнациональных отношений.

Следовательно, педагогический подход в воинском коллективе должен быть универсальным по этике и синергичным по методологии. И ещё раз подчеркнем, что подавление национального начала и игнорирование национальной проблематики могут привести только к усугублению стоящих перед воинским коллективом проблем. Правильный подход, по мнению авторов, заключается в таком социокультурном интегрировании национальных особенностей, чтобы они могли быть задействованы во благо всему коллективу, вооруженным силам и нашей Родине в целом.

Необходимо сделать акцент на том, что замалчивание межнациональной проблематики, а также информационное (и, тем более, силовое) давление – контрпродуктивные подходы. Это доказывает практика советского и постсоветского периодов. Декларативно-назидательный интернационализм советского типа привел к тому, что в советских военных училищах были воспитаны такие личности как Д. Дудаев и А. Масхадов. Для советского времени было характерно замалчивание национально-культурной проблематики, в результате, многие люди утратили иммунитет к идейной заразе национализма, реваншизма, экстремизма. Несомненно, интернационализм современного типа нуждается в обогащении примерами из национально-культурного контекста представителей различных народов России, в аргументации фактами их исторического прошлого, и только тогда культурные установки, прививаемые будущим офицерам, будут по-настоящему прочными.

ЛИТЕРАТУРА

1. Киреевский И.В. Полное собрание сочинений: в 2 т. / И.В. Киреевский; под ред. М. Гершензона. М.: Типография Императорского Московского университета, 1911.
2. Данилевский Н.Я. Горе победителям / Н.Я. Данилевский. М.: АЛИР: Облиздат, 1998. 416 с.
3. Бирич И.А. В поисках новой методологии отечественного образования: история, современность, прогнозы: монография / И.А. Бирич, О.Г. Панченко. М. – Екатеринбург: Уральское изд-во; Большая Медведица, 2010. 256 с.
4. Шевченко И.В. Специфика многонационального воинского коллектива / И.В. Шевченко, Т.В. Шевченко // Доклады Академии военных наук. 2006. № 2 (20). С. 110-113.

5. Митрахович В.А. О воинской толерантности / В.А. Митрахович, А.А. Маркарян // К толерантности – через образование: материалы «круглого стола», 29 сентября 2005 г. / сост. И.А. Соловцова; под ред. Н.М. Борытко. – Волгоград: ТЦ Оптим, 2006. С. 68-73.

Абрамов Михаил Александрович – доктор культурологии, профессор кафедры «Гуманитарные и социальные науки» Саратовского военного института внутренних войск Министерства внутренних дел Российской Федерации

Срибный Василий Николаевич – аспирант кафедры «Гуманитарные и социальные науки» Саратовского военного института внутренних войск Министерства внутренних дел Российской Федерации

Mikhail A. Abramov – Dr. Sc., Professor

Head: Department of Humanitarian and Social Sciences
Saratov Military Institute of the Ministry
Of Internal Affairs of the Russian Federation

Vasily N. Sribny – Postgraduate

Department of Humanitarian and Social Sciences
Saratov Military Institute of the Ministry
Of Internal Affairs of the Russian Federation

Статья поступила в редакцию 15.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 94(47).084.8"1941.08.26"; 930.85

И.Р. Плеве, Г.В. Лобачева, В.Н. Парфенов

«ВИНА» НЕМЦЕВ ПОВОЛЖЬЯ КАК ПОЛИТИЧЕСКИЙ МИФ

Авторы анализируют депортацию немцев Поволжья в 1941 г. с точки зрения политического мифотворчества, характерного для XX века. Рассматриваются основные положения Указа Президиума Верховного Совета СССР как «правового» основания для депортации. Доказывается, что авторство этого уникального документа принадлежит самому Сталину. Подчеркивается абсолютная несостоятельность дожившего до наших дней мифа о поволжских немцах как «пятой колонне» в советском тылу.

Мифология, политическое мифотворчество, немцы Поволжья, война, депортация

I.R. Pleve, G.V. Lobacheva, V.N. Parfenov

THE VOLGA GERMANS' «FAULT» – A POLITICAL MYTH

The authors analyze the issues relating deportation of the Volga Germans carried out in 1941 in terms of political myth-making typical of the XX century. The general provisions of the Decree of the Presidium of the Supreme Soviet are viewed as the «legal» basis for the deportation. Evidence is provided that the authorship of this unparalleled document should be attributed to Stalin. It is emphasized that the myth about the Volga Germans being the «Fifth Column» in the rear of the Soviet territory still survives, but it is groundless and invalid.

Mythology, political myth-making, the Volga Germans, war, deportation

Еще в XIX веке, который поколениям, пережившим век XX-й, кажется чуть ли не идиллическим временем, выдающийся исследователь русского фольклора А.Н. Афанасьев, характеризуя предмет мифологии, указывал: «Мифология – такая же наука, как наука о допотопных животных: она воссоздает целый организм по разрозненным остаткам старины» [1].

В те времена, казалось, ничто не предвещало того, что следующее столетие, как и нынешнее, в определенном смысле станет временем господства социально-политических мифов. Мифология, которая в принципе должна иметь дело с далекой эпохой мифотворчества, вдруг стала наукой, изучающей совсем недавнее прошлое и даже современность. По наблюдению современного исследователя, «миф, в ряду научно и идеологически обоснованных политических идей, символов, общественных мнений, а иногда и в синтезе с ними, продолжает свое бытование в социально-политических структурах современной цивилизации. В таком соединении он утрачивает многое от прежней поэтичности и красочности архаического мифа, но сохраняет с ним внутреннее качественное и функциональное родство» [22].

Изучение в этом аспекте нашей новейшей истории многократно подтверждает справедливость слов известного британского исследователя античности (и романиста) Р. Грейвза: «Подлинные мифические элементы, однако, могут встретиться даже там, где их меньше всего ожидаешь» [7]. Мифологемами, как известно, изобилует советская эпоха нашей истории, и это, при всем значении для нашей страны этого времени, лишь частный случай проявления общей закономерности, выраженной И.М. Дьяконовым: «В историческую эпоху мифотворчество может являться результатом невежества непростительного – принятия на веру того, на что уже имеются средства проверки, или, хуже того, результатом сознательного введения в заблуждение» [13]. История ликвидации АССР немцев Поволжья как нельзя лучше иллюстрирует этот тезис.

Формальным основанием для высылки поволжских немцев в Казахстан и Сибирь, сопровождавшейся уничтожением (как оказалось, навсегда) их государственности, послужил Указ Президиума Верховного Совета СССР «О переселении немцев, проживающих в районах Поволжья» от 28 августа 1941 г. [19]. Этот уникальный во многих отношениях документ заслуживает того, чтобы привести его текст в том виде, в каком он был опубликован 30 августа 1941 г. в местной газете «Большевик», полностью, с сохранением орфографии и пунктуации оригинала.

**УКАЗ
ПРЕЗИДИУМА ВЕРХОВНОГО СОВЕТА СОЮЗА ССР
О ПЕРЕСЕЛЕНИИ НЕМЦЕВ, ПРОЖИВАЮЩИХ
В РАЙОНАХ ПОВОЛЖЬЯ**

По достоверным данным, полученным военными властями, среди немецкого населения, проживающего в районах Поволжья, имеются тысячи и десятки тысяч диверсантов и шпионов, которые по сигналу, данному из Германии, должны произвести взрывы в районах, заселенных немцами Поволжья.

О наличии такого большого количества диверсантов и шпионов никто из немцев, проживающих в районах Поволжья советским властям не сообщал, – следовательно немецкое население районов Поволжья скрывает в своей среде врагов Советского Народа и Советской Власти.

В случае, если произойдут диверсионные акты, затеянные по указке из Германии немецкими диверсантами и шпионами в республике немцев Поволжья или прилегающих районах и случится кровопролитие, Советское Правительство по законам военного времени будет вынуждено принять карательные меры против всего немецкого населения Поволжья.

Во избежание таких нежелательных явлений и для предупреждения серьезных кровопролитий Президиум Верховного Совета СССР признал необходимым переселить все немецкое население, проживающее в районах Поволжья, в другие районы с тем, чтобы переселяемые были наделены землей и чтобы им была оказана государственная помощь по устройству в новых районах.

Для расселения выделены изобилующие пахотной землей районы Новосибирской и Омской областей, Алтайского края, Казахстана и другие соседние местности.

В связи с этим Государственному Комитету Обороне предписано срочно произвести переселение всех немцев Поволжья и наделить переселяемых немцев Поволжья землей и угодьями в новых районах.

Председатель Президиума Верховного Совета СССР

М. Калинин

Секретарь Президиума Верховного Совета СССР

А. Горкин

Москва, Кремль
28 августа 1941 года

Прежде чем анализировать данный текст на предмет мифотворчества, позволим себе несколько замечаний.

Тема депортации немцев Поволжья и их дальнейшей трагической судьбы, запретная вплоть до времен горбачевской «перестройки», к нашему времени рассмотрена достаточно основательно как в научной литературе, так и в мемуаристике [3-6; 8-12; 14, 16]. Указывается, в частности, что данная этническая чистка была не единственной и даже не первой: исследователи насчитывают 15 репрессированных сталинским режимом в 30-40-е гг. XX в. народов [10, 12]. Отмечено, что депортацию поволжских немцев в 1941 г. отличали от других несколько обстоятельств: ее массовый характер (более миллиона человек), ликвидация государственности, открытость и демонстративность репрессий. Последнее Д. Ермольцев [13] комментирует так: «Обычно депортации оформлялись секретными распоряжениями высших советских органов. Но не в августе 1941. Секретное постановление СНК и ЦК КПСС (так в тексте. – И.П., Г.Л., В.П. Курсив наш) от 26 августа было дополнено указом Президиума ВС СССР от 28 августа. Документ как бы избыточный – именно постановление СНК и ЦК, включавшее в себя конкретные распоряжения и поручения партийным и хозяйственным руководителям, служило непосредственным руководством для государственных органов, занятых в процедуре депортации. Но постановление не объясняло причин выселения, указ – объяснял. Поста-

новление было адресовано начальникам, ответственным за проведение депортации. Указ – обществу. Единственный смысл указа – пропагандистский. Пожелание Сталина относительно немцев – «выселить с треском». В том числе – с пропагандистским треском».

К этому можно добавить, что в хрущевские времена, в отличие от других репрессированных народов, немцы, как и крымские татары, не были реабилитированы. В отношении последних это еще можно объяснить, исходя из практиковавшегося в годы большевистской власти принципа коллективной ответственности. По свидетельствам «той стороны», от самого Э. фон Манштейна [15], который в 1941-1942 гг. руководил операцией по захвату Крыма, до рядового участника боев [2], то есть источников в данном случае вполне независимых, симпатии крымских татар были на стороне Германии, так что их депортация *post factum*, после освобождения Крыма Красной Армией в 1944 г., не может вызвать особого удивления: это было вполне в духе времени, а НКВД уже накопил большой опыт по этой части.

Надо отметить, что подобные идеи, что называется, носились в воздухе задолго до 1944 г.: Н.С. Хрущев вспоминает, как в 1941 г. ему и маршалу С.К. Тимошенко пришлось вразумлять только что вышедшего из окружения генерала (будущего маршала) К.С. Москаленко, которого «при нашем отступлении... выгнала колхозница из своего коровника, где он прятался, переодевшись в крестьянскую свитку, и он, сам украинец, выступил после этого против украинцев, кричал, что все они предатели и всех их надо выслать» [21].

Однако расправа с немцами Поволжья не вписывается в эту схему уже потому, что она была принята задолго до того, как вермахт дошел до Волги. Кроме того, сами они после начала войны не подавали никаких поводов для применения репрессивных мер, хотя местным органам НКВД была поставлена вполне конкретная задача – эти поводы отыскать [16].

Если вернуться к Указу от 28 августа 1941 г. за подписью Калинина, то давно выяснено, что он является не чем иным, как пропагандистским прикрытием уже принятого (независимо от наличия или отсутствия подлинных причин для этого) решения. Реальный документ, на основе которого осуществлялась депортация – это секретное Постановление СНК СССР и Политбюро ЦК ВКП(б) от 26 августа 1941 г. за подписью Сталина (впервые частично опубликовано А.А. Германом в 1994 г. [4], полностью – В. Дизендорфом в 1996 г. [10]). Этот текст носит сугубо конкретный характер, он свободен от пропагандистской риторики и репрессии против целого народа не обосновывает никак. Таким образом, к политическому мифотворчеству он отношения не имеет, в отличие от Указа Президиума Верховного Совета СССР.

По саркастическому замечанию В. Дизендорфа, «фактически на долю «высшего органа» государственной власти СССР оставили только самое грязное дело, которое погнушались взять на себя ЦК, СНК и даже НКВД, – «правовое обоснование» уже проводимой депортационной акции задним числом [8]. Чего стоит хотя бы формулировка в заключительной части документа: «Государственному Комитету Оборона предписано...» (Калинин предписывает Сталину)! Подобный же документ, относящийся еще ко временам древнего Рима, был метко назван «перлом показного благородства и внутренней гнусности» [18]. Это определение нельзя не отнести и к Указу от 26 августа.

Текст Указа своей лживостью и вопиющей нелогичностью представляет собой образец характерного для XX века мифотворчества. В современной литературе он достаточно подробно проанализирован [3, 4], что позволяет нам не останавливаться на большинстве его аспектов. Однако одно из его положений заслуживает здесь отдельного рассмотрения, а именно: со ссылкой на достоверную информацию, полученную военными властями, утверждается, что среди поволжских немцев скрывается масса диверсантов и шпионов (подразумевается, что не «доморощенных», а заброшенных из Германии или с оккупированной ею территории). Исследователи справедливо указывают на полную абсурдность этого утверждения: «тысячи и десятки тысяч диверсантов и шпионов» не могли остаться незамеченными в немецких кантонах, где все жители знали друг друга, а вездесущий НКВД имел разветвленную сеть осведомителей. Кстати, в докладной записке первого секретаря обкома ВКП(б) АССР НП от 2 сентября 1941 г. С. Малова на имя Сталина как раз отмечалось возмущение немцев в первую очередь обвинением их в том, что они скрывают «в своей среде врагов Советского народа, Советской власти» [4].

Процедура принятия Указа достаточно надежно реконструирована А.А. Германом [4]. Исследователь, отметив, что этот документ был утвержден на заседании Политбюро, скорее всего, уже в первые часы 29 августа 1941 г., полагает, что Калинин и Горкин лишь подписали уже готовый текст, датированный задним числом. В таком случае возникает естественный вопрос об авторстве этого текста.

С Постановлением СНК СССР и ЦК ВКП(б) от 26 августа в отношении его авторства всё достаточно ясно: «Сталин, решив осуществить эту беспрецедентную по масштабам депортационную акцию, поручил Берии представить текст соответствующего партийно-правительственного документа, нарком НКВД выполнил руководящее указание 25 августа, и на следующий день сталинское Политбюро послушно штамповало депортационный акт, получивший максимально высокий по тогдашним понятиям статус – Постановления СНК СССР и ЦК ВКП(б)». Именно такая последовательность событий неопровержимо подтверждается существующими документами: спецсообщением Берии Сталину от 25 августа 1941 г. № 2514/б, вышеупомянутым Постановлением № 2056-933, подписанным лично Сталиным, и приказом нарком

ма НКВД от 27 августа № 001158 «О мероприятиях по проведению операции по переселению немцев из Республики немцев Поволжья, Саратовской и Сталинградской областей» [8].

Таким образом, на первый взгляд очевидно, что автор проекта Постановления – небезызвестный Л.П. Берия, тогда еще не «враг народа» и «агент иностранных разведок», а Генеральный комиссар госбезопасности и Нарком внутренних дел СССР. Но если учесть, что данный документ требовал проработки совершенно конкретных вопросов и знания массы деталей, то очевидно, что это плод аппаратного творчества, одобренный Берией, а затем Сталиным и остальными членами Политбюро, и в силу этого принятый к немедленному (еще до принятия и публикации соответствующего Указа Президиума ВС СССР) исполнению.

Что же касается Указа, подписанного «всесоюзным старостой», то нельзя не согласиться с А.А. Германом: «При внимательном прочтении этого документа возникает ощущение, что его составители больше руководствовались эмоциями, которые затмили элементарный здравый смысл» [4]. Именно это обстоятельство, как нам представляется, и позволяет определить истинного автора этого, без преувеличения, судьбоносного документа. Позволить себе руководствоваться эмоциями и зафиксировать их в важнейшем государственном документе, который (хотя бы для устранения вопиющих логических противоречий) никто не посмел затем подвергнуть элементарной редакционной правке, мог только один человек – сам Сталин. Согласимся, что в конце лета 1941 г. у него поводов для эмоций хватало.

Кроме того, текст Указа, на наш взгляд, носит характерные черты стиля Сталина, и думается, что профессиональный текстологический анализ должен подтвердить наше предположение. Скорее всего, документ был не написан, а продиктован «отцом народов» на заседании Политбюро, чем и объясняется несогласованность его положений.

Однако миф тем и отличается от волшебной сказки, что в основе его должно быть какое-то «рациональное зерно». Единственный довод для обоснования решения о депортации – укрывательство поволжскими немцами множества «диверсантов и шпионов» – персонажей вполне мифических и не обнаруженных ни до депортации, ни в ее ходе. При всей шпиономании, характерной для довоенного и послевоенного Советского Союза, не говоря уже о времени войны, можно ли объяснять этот аргумент только параноидальными наклонностями Сталина? Иными словам, возможно ли найти факт, пусть искаженный до неузнаваемости (что тоже соответствует логике мифотворчества), который мог послужить основой для этого утверждения?

В. Дизендорф со ссылкой на мемуары польского генерала Андерса сообщает, что депортации предшествовала провокация советских спецслужб: десантирование на территорию АССР псевдонемецких парашютистов. «Положительную реакцию немецкого населения при виде "своих" намечалось-де использовать для подтверждения его причастности к пресловутым "шпионажу и диверсиям"». Автор полагает, что при современном состоянии источников эту версию невозможно ни подтвердить, ни опровергнуть, но при этом склоняется к мысли, что слухи о провокациях НКВД-НКГБ «когда-нибудь обрастут неопровержимыми доказательствами» [11].

Надо отметить, что эти рассказы о «гитлеровских» десантниках вновь были пущены в ход в начале 90-х гг. XX в., когда достаточно остро стоял вопрос о восстановлении немецкой автономии на Волге. Было ли у них какое-либо основание? В мемуарах Андерса речь шла о батальоне парашютистов, спустя полвека, как помнит один из авторов этих строк, всего лишь о взводе. Ни в документах, ни в воспоминаниях «спецпереселенцев» никакой информации об этом нет. В. Дизендорф считает, что сообщить о провокации Андерсу мог заместитель Берии И. Серов при встрече в Саратове осенью 1941 г. Однако сомнительно, чтобы чин НКВД столь высокого ранга стал откровенничать, да еще после Катыни, с польским генералом, антисоветские взгляды которого, надо полагать, секрета для данного ведомства не составляли. Подобная операция, если она имела место, должна была относиться к категории особой секретности, а разглашать служебную тайну И.А. Серов просто не имел права.

Однако пустить в ход слухи о предательском поведении поволжских немцев власть вполне могла, поскольку они были для нее выгодны. Можно даже предположить, что могло послужить для них основанием. А.А. Герман (со ссылкой на свой личный архив) приводит интересный факт. В одну из июльских ночей 1941 г. недалеко от села Диттель пролетел самолет с мигавшими габаритными огнями. Местная группа ПВО «определила» этот самолет как немецкий и утром донесла в кантон о сброшенном неподалеку десанте, поиски которого подразделениями НКВД и НКГБ, естественно, никаких результатов не дали [4]. Но слухи по селу уже распространились, и использование их в дальнейшем могло быть, что называется, делом техники.

Подведем итоги. Депортация немцев Поволжья является ярким примером того, как «в XX веке при помощи фактически не завуалированных мифов творилась история» [17]. Достиг ли своей цели миф о немцах СССР как о «пятой колонне» в советском тылу, как о «народе-предателе»? Для чего понадобилось репрессировать массу людей, традиционно лояльных по отношению к государственной власти? – Ответы на эти вопросы секрета не составляют. В обстановке военных поражений лета 1941 г. власть должна была непременно найти их виновников, как на фронте, так и в тылу. Виновников, естественно, нашли, точнее, назначили: от командования Западного фронта до немцев Поволжья. В дальнейшем, пока Красная Армия терпела поражения, антинемецкая истерия только нагнеталась, стоит вспомнить хотя бы знаменитые слова И. Эренбурга (июль 1942 г.): «Мы поняли: немцы не люди. Отныне слово «немец» для нас самое страшное проклятье» [23]. Умолчание о том, **какие** немцы имеются в виду, красноречивее всяких слов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьев А.Н. Ответ г-ну Кавелину / А.Н. Афанасьев // Отечественные записки. 1851. № 8. С. 184-186.
2. Бидерман Г. В смертельном бою. Воспоминания командира противотанкового расчета. 1941-1945 / Г. Бидерман / пер. с англ. А.С. Цыпленкова. М.: ЗАО «Центрполиграф», 2005. 366 с.
3. Вольтер Г. Зона полного покоя. Российские немцы в годы войны и после нее. Свидетельства очевидцев / Г. Вольтер. 3-е изд. Augsburg: Waldemar Weber Verlag, 2004. 509 S.
4. Герман А.А. Немецкая автономия на Волге. 1918-1941 / А.А. Герман. 2-е изд. М.: МСНК-пресс, 2007. 576 с.
5. Герман А.А. Немцы СССР в «трудовой армии» (1941–1945) / А.А. Герман, А.Н. Курочкин. М.: Готика, 1998. 208 с.
6. Герман А.А. Немцы Поволжья. Краткий исторический очерк / А.А. Герман, И.Р. Плеве. Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2002. 144 с.
7. Грейвз Р. Мифы древней Греции / Р. Грейвз; пер. с англ. К.П. Лукьяненко. М.: Прогресс, 1992. 624 с.
8. Дизендорф В. Депортация немецкого населения СССР в начале 1940-х гг.: механизм принятия решений // Виктор Дизендорф. К истории российских немцев. Статьи и доклады последних лет. Роттенбург, 2009. С. 66-70.
9. Дизендорф В. Депортация российских немцев в 1941-1942 гг.: причины, особенности, последствия / В. Дизендорф // В. Дизендорф. К истории российских немцев. Статьи и доклады последних лет. Роттенбург, 2009. С. 53-65.
10. Дизендорф В. Когда же нам отмечать день скорби? / В. Дизендорф // Nachrichten. Rußlanddeutsche Wochenzeitung (Uljanjwsk). 1996. 21.08. № 34 (171).
11. Дизендорф В. Прощальный взлёт. Судьбы российских немцев и наше национальное движение / Книга I. От национальной катастрофы к попытке возрождения / В. Дизендорф. М., 1997. 347 с.
12. Дизендорф В. «Столкновение цивилизаций» и российские немцы / В. Дизендорф. Роттенбург, 2011. 103 с.
13. Дьяконов И.М. Введение / И.М. Дьяконов // Мифологии древнего мира: пер. с англ. М.: Наука, 1977. С. 5-54.
14. Ермольцев Д. Образцовая депортация [Электронный ресурс] / Д. Ермольцев // ПОЛИТ.РУ. – Режим доступа <http://represnews.blogspot.com/> / Дата обращения 25.02.2012.
15. Манштейн Э. Утерянные победы: пер. с нем. / Э. Манштейн / Смоленск: Русич, 2004.
16. Плеве И. Проверка на лояльность: деятельность органов НКВД АССР НП в августе 1940 г. – августе 1941 г. / И. Плеве // Немцы СССР в годы Великой Отечественной войны и в первое послевоенное десятилетие 1941-1955 гг.: материалы 7-й Междунар. науч. конф. Москва, 19-22 августа 2000 г. М., 2001. С. 51-56.
17. Поспелов Д.В. Мифологизация сознания / Д.В. Поспелов. М.: Рудомино, 2009. 168 с.
18. Ростовцев М.И. Рождение Римской империи / М.И. Ростовцев. Петроград: Огни, 1918. 146 с.
19. Указ Президиума Верховного Совета Союза ССР о переселении немцев, проживающих в районах Поволжья // Большевик. Орган обкома ВКП(б), Верховного Совета АССР немцев Поволжья, Энгельского горкома ВКП(б) и Энгельского городского Совета депутатов трудящихся. 1941. 30.08. № 204 (4713). С. 1.
20. Токарев С.А. Мифология / С.А. Токарев, Е.М. Мелетинский // Мифы народов мира. Энциклопедия: в 2 т. / Гл. ред. С.А. Токарев. 2-е изд. М.: Советская энциклопедия, 1991. Т. 1. С. 11-20.
21. Хрущев Н.С. Воспоминания [Электронный ресурс] / Н.С. Хрущев. – Кн. 1. Ч. II. М.: Московские новости, 1999. – OCR: Проект: «Общий текст» (Textshare) – Режим доступа <http://textshare.da.ru/> / Дата обращения 29.02.2012.
22. Шестов Н.И. Политический миф прежде и теперь / Н.И. Шестов; под ред. проф. А.И. Демидова. М.: ОЛМА-ПРЕСС, 2005. 414 с.
23. Эренбург И. Убей! / И. Эренбург // Красная звезда. 1942. 24.07. № 173 (5236).

Плеве Игорь Рудольфович –
доктор исторических наук, профессор,
ректор Саратовского государственного технического
университета имени Гагарина Ю.А.

Igor R. Pleve –
Dr. Sc., Professor,
Rector: Gagarin Saratov State Technical University

Лобачева Галина Викторовна –
доктор исторических наук, профессор, заведующий

Galina V. Lobacheva –
Dr. Sc., Professor,

кафедрой «Истории Отечества и культуры», проректор по учебной работе Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Парфенов Виктор Николаевич – доктор исторических наук, профессор кафедры «Культурология» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Head: Department of History of the Motherland and Culture
Vice Rector for Education: Gagarin Saratov State Technical University

Victor N. Parfenov – Dr. Sc., Professor
Department of Culturology
Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 15.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 316.33.4.5

Д.В. Михель

МЕДИКАЛИЗАЦИЯ КАК СОЦИАЛЬНЫЙ ФЕНОМЕН

Статья посвящена вопросу о социокультурной гегемонии медицины в современном обществе, которая рассматривается с помощью понятия «медикализация». Анализируются идеи ряда западных исследователей, обсуждавших этот вопрос в 1970-2000-е годы, а также эволюция этих идей.

Медикализация, общество, социология медицины, социальная критика, медицинская антропология, риски

D.V. Mikhel

MEDICALIZATION AS A SOCIAL PHENOMENON

The article is devoted to the issue of social and cultural hegemony of medicine in modern society, which is considered by the term «medicalization». The ideas of a number of Western scholars who discussed the issue in the 1970-2000's are analysed, as well as the evolution of these ideas.

Medicalization, society, medical sociology, social critics, medical anthropology, risks

Начиная с 1970-х гг. в социологии все более активно обсуждаются вопросы, касающиеся здоровья индивидов, различных социальных, профессиональных и этнических групп и общества в целом, охраны здоровья, развития медицинских технологий и т.д. Основания для этого различны: стремительно меняющаяся демографическая ситуация, изменение структуры заболеваний и причин смертности в развитых странах, рост средней продолжительности жизни. Широкое признание специалистами того факта, что важную роль в этих процессах играет современная медицина, сопровождается дискуссиями о возможных негативных последствиях этой тенденции. Концептуальным основанием для развития этих дискуссий стало понятие «медикализация», вошедшее в лексикон социологов, историков и других гуманитариев около сорока лет назад. В предлагаемой статье нами будет предпринята попытка рассмотреть основные трактовки этого понятия ведущими исследователями в области социальных наук.

Считается, что первые публикации по вопросу о медиализации появились еще в 1960-е гг., когда некоторые критически мыслящие авторы на Западе стали пытаться объяснить возросшую социальную и политическую роль медицины в современном обществе. Как показывает Роберт Най, в США в годы войны во Вьетнаме отдельные представители «левых» исследователей-гуманитариев попытались проанализировать роль медицинской терминологии в политике консерваторов, в частности применение медицинского языка для обозначения различных явлений молодежной городской культуры, насилия, секса, использования наркотиков, рок-н-ролла и т.д. [1]. Все же наиболее решительные шаги по приданию значимости вопросу о медиализации были сделаны в 1970-е гг.

С 1972 г. американский психиатр венгерского происхождения Томас Шаш, увлеченный социологическими вопросами, начал публиковать серию статей, посвященных анализу того, как медицина и, прежде всего, психиатрия дают ответ на различные формы социально неприемлемого поведения. Впоследствии все эти работы были объединены в рамках монографии, получившей название «Медиализация повседневной жизни» (2007). В поле зрения Шаша попали феномены психического заболевания, суицида, педофилии,

воровства и т.д., а кроме того, он подробно рассмотрел вопрос о связи между принуждением и лечением в рамках психиатрической практики. Тесно связывая медикализацию с расширением полномочий психиатров и превращением их в агентов поддержания общественного порядка, Шаш первым сформулировал критическое определение этого социального феномена: «Медикализация – это не медицина и не наука, это социально-семантическая стратегия, которая выгодна одним лицам и несет угрозы другим» [2].

Независимо от Шаша еще один американский исследователь, медицинский социолог Ирвин Зола, также обратился к вопросу о медикализации. В 1972 г. он опубликовал свою наиболее известную статью на эту тему «*Медицина как институт социального контроля*». В ней он указал на то, что в условиях современного общества медицина стала главным институтом социального контроля, вытеснив более «традиционные институты», такие, как религия и право, что привело к медикализации многих аспектов повседневной жизни, а здоровье из простого средства достижения блага превратилось в главное благо и цель человеческого существования [3].

Вскоре еще один американский исследователь, связавший свою жизнь с *социологией медицины*, обратился к проблемам медикализации. Питер Конрад, работавший с Зола в одном университете, начал с того, что в 1975 г. опубликовал свою статью о медикализации детской гиперактивности – особого психического расстройства, позднее получившего название «синдрома ADHD – дефицит внимания / гиперактивность». Конрад показал, что медикализация еще одного типа девиантного поведения выливается в индивидуализацию социальных проблем, но при этом не свидетельствует о росте гуманизма в обществе. Навешивание медицинских ярлыков на различные предметы социального контроля ведет также к усилению власти экспертов и деполитизации девиаций [4].

Сразу вслед за этой статьей последовала его книга «*Выявляя гиперактивных детей: медикализация девиантного поведения*» (1975), в которой он на более широком круге примеров показал, как происходит превращение девиантного поведения в медицинские проблемы, что придает им статус заболеваний или специфических расстройств. Согласно Конраду, главными социальными аудиториями, которые определяют некий тип детского поведения как девиантного, являются семья и школа. После достижения ими консенсуса в плане выявления девиации в дело включаются другие агенты социального контроля – соседи, родственники, а также медики и представители церкви. Придание детской девиации статуса медицинской проблемы осуществляется через диагностику. Искусство постановки диагноза – это процедура обработки некоторой неопределенности. Как показывает Конрад, многие американские врачи в 1970-е гг. для получения «определенности» стали использовать медикаменты (Риталин, Декседрин, Мелларил). Если ребенок после приема препаратов менял свое поведение на более социально приемлемое, ему ставился диагноз «гиперактивность». В итоге, подчеркивает Конрад, медикализация девиации есть типичный пример социального конструирования реальности [5].

За работами о детской гиперактивности последовала «*Девиация и медикализация: от испорченности к болезни*» (1980). Конрад написал ее вместе с Джозефом Шнайдером, который в то время разрабатывал вопрос о медикализации пьянства [6]. Эта книга появилась уже после того, как англоязычной аудитории стали известны некоторые работы Иллича и Фуко, и поэтому она стала примером более широких социологических обобщений. В своей совместной книге Конрад и Шнайдер связали вопрос о медикализации социальных девиаций с социальной историей медицинской профессии. В США становление медицинской профессии оказалось примером усиления социального контроля над различными формами «нравственной испорченности» и постепенного придания им «морально нейтрального» статуса. Авторы предложили своим читателям несколько показательных случаев, касающихся медикализации колдовства, абортов, психических расстройств, пьянства, наркотической зависимости, детского непослушания и жестокого обращения с детьми, гомосексуальности и криминального поведения. Показывая, что история медикализации различных форм нравственной испорченности была тесно связана с историей социальных реформ, Конрад и Шнайдер пришли к выводу, что американское общество оказалось «питательной почвой для медикализации». Причинами этого, по их мнению, оказались характерная для американской культуры склонность к инновациям, экспериментам и утопиям, а также наделение телесного и душевного здоровья высшей ценностью и рассмотрение любых проявлений нездоровья как отклонения от нормы. Размышления о связи процесса медикализации с особенностями американского общества привели Конрада к вопросу о том, как медикализация оказалась связана с капитализмом. По его мысли, здоровье в капиталистическом обществе рано или поздно оказывается не только культурной ценностью, но и ценностью экономической. Поэтому при капитализме медицина оказывается выгодным бизнесом, а медикализация создает новые рынки товаров и услуг. В США послевоенный период стал временем стремительного развития фармацевтического производства, страховой медицины и медицинских технологий, ставших основой современной индустрии здоровья [7].

Работы американских социологов медицины в 1970-е гг., таких, как Шаш, Зола и Конрад, положили начало дискуссиям о медикализации. Их приоритет в этой области был обусловлен существованием медицинской социологии как академической дисциплины и стремительным развитием медицины в США, оказывающей влияние на различные стороны повседневной жизни американского общества. Эти ранние трактовки медикализации вытекали из социологического понимания возросшей значимости медицинской про-

фессии в современном обществе и восприятия докторов как ведущих экспертов по обеспечению социального порядка.

В 1970-е гг. за пределами англоязычного мира позиции социологии медицины были значительно слабее, поэтому роль исследователей медиализации взяли на себя интеллектуалы, работавшие в других областях гуманитарного знания. Поскольку их академическая идентичность не всегда может быть установлена, иногда их относят к такой расплывчатой области, как *социальная критика* [8]. Наиболее весомый вклад в развитие дискуссий о медиализации в эти годы взяли на себя франкоязычные авторы. Первым среди них следует назвать имя Ивана Иллича, уроженца Вены, выходца из хорватско-еврейской семьи. В середине 1970-х гг. этот космополитический автор, живший в Мексике, вызвал настоящий взрыв интереса к медиализации своей статьей в журнале «Ланцет» (1974) [9] и книгой «*Медицинская Немезида: экспроприация здоровья*» (1975) [10]. Иллич поместил вопрос о медиализации в широкую социокультурную перспективу и сформулировал в своей книге четыре главные идеи.

Во-первых, современная медицина не столько избавляет людей от зла, сколько приумножает его. Это проявляется в форме «клинического ятрогенеза» - эпидемий, порожденных самой медициной. Эффективность медицинского вмешательства оказывается иллюзией, терапия остается бесполезной, доктора своим лечением вызывают опасные побочные эффекты, а пациенты оказываются беззащитными. Иначе говоря, современная медицина сама является источником многочисленных опасностей и вредна для здоровья.

Во-вторых, имеет место «социальный ятрогенез», связанный с общей медиализацией жизни. Доктора, получив монополию на лечение, добились полного контроля над остальными людьми, морочат им головы и опустошают кошельки. Лечение, хотя и объявлено «свободным от ценностей», но стоит дорого. Имеет место медиализация бюджета – как личного, так и государственного. Расходы на здравоохранение продолжают расти, но лучше было бы потратить эти деньги на решение других проблем – борьбу с бедностью, улучшение образования, защиту окружающей среды. Фармацевтические кампании все активнее вмешиваются в жизнь людей, а доктора с их помощью установили «диагностический империализм». Успехи медицины в увеличении продолжительности жизни превратили людей в беспомощных пациентов с неисчислимым количеством всевозможных недугов.

В-третьих, прогресс современной медицины породил также «культурный ятрогенез». Он ведет к уничтожению культуры. На протяжении всей истории человечества культура позволяла людям оставаться людьми. Человек всегда должен был мириться с болью, болезнью и смертью, и это удавалось благодаря культурным ценностям и ритуалам. Современная медицина научилась побеждать боль, успешно борется с инфекционными и другими болезнями и благодаря технологиям искусственного жизнеобеспечения и реанимации превращает смерть в результат рутинного медицинского решения, принимаемого докторами в палатах интенсивной терапии.

В-четвертых, здоровье оказывается предметом политики. Прогресс современной медицины ведет к тому, что все больше людей оказываются пациентами. Производительные силы общества таят на глазах, а продолжающаяся медиализация сопровождается ростом «контрпродуктивности». Согласно Илличу, людям необходимо противопоставить этой политике докторов собственные «политические контрмеры». Необходимо ввести публичный контроль над профессиональной медицинской мафией. Но главное, необходимо заново открыть для себя правду о здоровье. В индустриальном обществе медицина стремится превратить здоровье в товар. Необходимо помнить о том, что здоровье – это плод добродетели. Важно вернуть людям уважение к собственной природе, в которой неизбежно сокрыты боль, болезнь и смерть.

Несмотря на высокий градус критики, присутствующий в книге Иллича, его представления о медиализации оказались во многом сродни сочинениям американских социологов медицины. Его хлесткие заявления о власти «медицинской мафии», по сути дела, не ушли далеко от выводов Шаша, Зола и Конрада о превращении медиков в агентов социального контроля в современном мире.

Французский философ и историк наук о человеке Мишель Фуко уделил проблеме медиализации еще большее внимание. И хотя сам термин в его сочинениях встречается не часто, вращение мысли Фуко вокруг вопросов о специфической власти медицины в современном мире было характерно на протяжении почти всего его творчества. Выводы Фуко, часто парадоксальные, нередко сбивали с толку его читателей при его жизни. Теперь после смерти Фуко, наступившей в 1984 г., пришло время более спокойно осмыслить его социально-критические взгляды. Принимая к сведению наблюдения, сделанные многочисленными исследователями творчества Фуко, можно выделить четыре различные перспективы для понимания им феномена медиализации.

Первая перспектива – эпистемологическая. Здесь Фуко связывает медиализацию с так называемым «паноптизмом», т.е. развитием новых способов производства знаний о людях – индивидах и населении. Он показывает, что к началу XIX в. развитие клинического медицинского мышления на базе патологической анатомии дало возможность выработать первые современные представления о телесной норме и патологии, а введение аутопсии в работу больничных врачей сделало эту практику рутинной. С развитием методов клинического наблюдения (осмотр, выслушивание и простукивание) у врачей появилась возможность расширить сферу производства знаний о человеческом теле, а введение систем регистрации полученных данных в

совокупности со статистическими исследованиями позволило оценивать возможности вариации нормы с помощью количественных параметров [11].

Вторая перспектива – социальная. Медикализация выражается здесь в появлении практик социального разделения. Появление современных медицинских учреждений – больниц и психиатрических лечебниц – привело к тому, что заболевшие люди стали отделяться от здоровых, сумасшедшие – от тех, кто действует на основе здравого смысла, ненормальные – от нормальных. Отдельные лица и категории населения превратились в законные объекты медицинского внимания и были отделены от тех, кого следовало подвергать воздействию с помощью других институтов – религии, права, образования. Клиники, больницы и диспансеры, в свою очередь, стали главными пространствами медицинского опыта, в пределах которых действуют медицинские специалисты, вооруженные особыми знаниями и техникой [11, 12].

Третья перспектива – политическая, и здесь Фуко приближается к Илличу. Он трактует медикализацию как особую политическую технологию или «искусство управления» (*governmentality*). Согласно Фуко, уже с конца XVIII в. медицина была включена в систему практик управления здоровьем и моральным поведением людей. Медицина была призвана контролировать эмоциональную жизнь людей, сексуальность, а также личную гигиену, грудное вскармливание, манеры и другие стороны человеческого поведения [13].

Четвертая перспектива – историческая. Медикализация предстает здесь как часть более широкого процесса модернизации, начавшегося в Европе в XVIII в. В небольшой статье «Рождение социальной медицины» (1975) Фуко представил медикализацию как рост медицинского контроля и распространение медицинских представлений, вызванных развитием промышленного капитализма, машинного производства, бюрократии и рационализма. Согласно Фуко, в Новое время в западном мире сформировалось новое, прагматически-ориентированное, технократическое отношение к природе. Возникло желание контролировать ее, опираясь на научные знания. При этом начали формироваться и новые представления о человеческой природе, о теле, болезни и здоровье. С XVIII в. человеческое здоровье начало пониматься как материальная ценность и даже как товар, а человеческое тело – как нечто, что можно улучшить. В германских землях уже в середине XVIII в. государство начало поддерживать медицину, и тогда же начали закладываться основы для формирования медицинской профессии. Медицинские знания стали накапливаться с большой скоростью и стремительно распространяться за пределы первоначально немногочисленных центров медицинского образования. Вслед за Германией медики Франции и Великобритании выступили как одни из наиболее влиятельных агентов модернизации и в поле их внимания попали многие стороны человеческой жизни, которые прежде не считались объектом внимания докторов, – душевные расстройства, сексуальность, смерть, а также условия проживания людей в городах [14].

В качестве социального критика Фуко оказался более сдержан в суждениях, чем Иллич. Его отношение к медикализации невозможно оценить однозначно. Обращая внимание на «мрачные стороны» медикализации, он также весьма широко говорит о положительных последствиях внедрения медицинского контроля, прежде всего об исчезновении открытых форм насилия в обществе и замене их «мягкими формами» принуждения. При этом, как и другие авторы, писавшие в 1970-е гг., главный акцент он делает на проблематике социального контроля со стороны докторов, выступающих в роли экспертов и защитников общественного порядка.

Идеи Иллича и в еще большей степени Фуко нашли поддержку у нового поколения критически мыслящих авторов, представителей феминистских, гендерных и постколониальных исследований. Обнажая различные «темные стороны» современного общества и его медицины, они высказали немало интересных суждений. Все же наиболее интересные представления о медикализации были развиты теми исследователями, которые попробовали сравнить закономерности развития медицины в рамках западного общества с тем, что происходило за его пределами. Эту компаративистскую перспективу лучше всего разработали представители *медицинской антропологии* – широкой междисциплинарной области, которая начала складываться на Западе в 1970-е гг. К началу 1980-х гг. медицинские антропологи вышли на новый уровень теоретических обобщений [15].

Одно из важных наблюдений, сделанных медицинскими антропологами, состояло в том, что процесс медикализации затронул не только западное общество, но и вышел за его пределы. Западная медицина («биомедицина») стала одним из проявлений современной глобализации, причем не только ее продуктом, но и движущей силой. Ханс Баер и его коллеги Мерилл Зингер и Ида Сассер предложили трактовать медикализацию как одно из проявлений «биомедицинской гегемонии» в современном мире, где биомедицина берет верх над другими «медицинскими системами» и навязывает людям свои нормы, ценности и представления [16].

В 1987 г. американка Эмили Мартин опубликовала одну из наиболее известных работ о медикализации женского тела: «Тело женщины: культурный анализ репродукции». Сделав объектом своего внимания современную североамериканскую медицину, она оценила ее как типичное проявление жесткого технократического контроля над женщинами, которых она низводит до уровня простых репродуктивных машин. Как сторонница женского освобождения, Мартин внимательно изучила все примеры женского сопротивления этому контролю и высказалась за гуманизацию биомедицины [17].

Канадская исследовательница Маргарет Лок, широко приняв фукольдиданский взгляд на проблему медикализации, сделала ее предметом многих своих исследований. Вслед за Мартин она тоже занялась проблемой медикализации женского репродуктивного опыта и опубликовала об этом целую серию работ. Особую значимость она придала вопросу о медикализации некоторых эпизодов жизненного цикла.

Согласно Лок, в середине XVIII в. медики впервые стали проявлять интерес к событиям жизненного цикла. Первым таким событием стали роды. Если прежде роды были делом женщин-повитух, то теперь ими занялись мужчины-врачи, получившие название врачей-акушеров и гинекологов. Предметом их попечения стали беременные женщины из больниц для бедных, которые не могли опереться на поддержку своих семей и родственников. К середине XIX в. произошла медикализация других событий жизненного цикла – детства, юности, старения. В начале XX в. в орбиту медикализации вошло младенчество [18].

В 1993 г. вышла книга Лок *«Столкновения со старением: мифологии менопаузы в Японии и Северной Америке»* о различных формах отношения к женскому старению в североамериканском и японском обществах. Согласно Лок, в XX в. на Западе женщины стали жить дольше, чем мужчины, и в связи с этим, как стало принято считать, у одиноких пожилых женщин появились вынужденные проблемы, которых у них не было до этого, в частности нехватка денег. По мысли Лок, старение у женщин в США и Канаде – это не только состояние, сопряженное с ростом экономических трудностей, но и подверженность новым формам медикализации. Медикализация женского тела на Западе началась в XIX в., когда гинекология взяла под контроль вопросы женской репродуктивности. Первыми подверглись медикализации женщины репродуктивного возраста. Однако женщины, которые выходили за пределы возраста, когда были возможны деторождения, освобождались от медицинского контроля. В 1930 г. в медицине было выработано представление о менопаузе как физиологическом состоянии, когда у женщин переставал вырабатываться эстроген и они утрачивали способность к деторождению. Тем самым старению было придано объяснение с позиций эндокринологии. Одновременно с этим в медицинский дискурс были введены некоторые оценочные суждения. Так, тело молодой женщины было взято в качестве стандарта, с которым начали теперь соотносить тело пожилой женщины. Состояние прекращения менструаций начало толковаться как отклонение от нормы. Медикализация состояний, приходящих на смену женской репродуктивной активности, породила к жизни дискурс о возможности многочисленных рисков для женского здоровья, таких как остеопороз, слабоумие, болезнь Альцгеймера и болезни сердца. Не исключено, что в этом оказались заинтересованы, прежде всего, фармацевтические кампании, которые решили найти в пожилых женщинах массового потребителя препаратов, позволяющих снизить эти риски. Проведя сравнительные исследования в японском обществе и обществах Северной Америки, Лок показала, что медикализация женского старения в японском обществе оказалась затруднена, и пожилые японки в отличие от североамериканок не погружены в многочисленные страхи по поводу своего будущего [19].

Критические наблюдения медицинских антропологов, касающиеся медикализации женской телесности и женской репродуктивной функции, в 1980-е и первой половине 1990-х гг. обычно выливались в предложения о необходимости гуманизации западной медицины. Однако во второй половине 1990-х гг. среди медицинских антропологов возобладал прагматичный подход. Символом этого «поворота» стала коллективная монография под редакцией Лок и Патришии Коуферт *«Прагматичные женщины и телесная политика»* (1998). Авторы опубликованных в ней текстов сосредоточили свое внимание на том, что же делают люди, чтобы добиться лучшего медицинского обслуживания, и как они борются за свои права, будь то ситуация с ВИЧ-инфицированными людьми, пациентками, имеющими рак груди, или обитателями территорий, подвергшихся загрязнению. Усиливает ли данная борьба пациентов за лучшее медицинское обслуживание медикализацию или нет? Чтобы разобраться в сложностях этого вопроса, потребовались еще более обстоятельные исследования [20].

Первоначальное понимание медикализации, характерное для ранних исследований, в 1990-е гг. было отброшено, породив сомнения в отношении идей, сделанных ранее Илличем, Фуко и Мартин. Вместе с этим возникли новые вопросы. Если медикализация ведет к усилению контроля со стороны докторов, то почему тогда люди не отказываются от него, а стремятся к еще большей медикализации? Да и так ли сильна власть врачей в современном мире, где они и сами оказываются не более чем агентами фармацевтических кампаний, чья продукция совершенно изменила жизнь современных пациентов и характер их взаимоотношений с докторами? Наконец, что представляет собой общество, где медикализация уже преодолевает саму себя, вырываясь на какие-то новые рубежи, где ей даже трудно дать правильное определение – медикализация, супермедикализация, демедикализация?

Образ этого нового общества одним из первых обрисовал немецкий социолог Ульрих Бек, назвав его «обществом риска» (1986). Согласно Беку, вследствие продолжающейся модернизации это общество уже приходит на смену прежнему индустриальному обществу, порождая повсеместные ощущения риска и все новых опасностей. Все прежние социальные силы в условиях риска претерпевают драматические изме-

нения. Касается это и медицины, которая превращается в одно из самых выдающихся средств приумножения рисков, которые она же сама обещает взять под контроль. Бек пишет о том, что современная медицина, добившись колоссальных успехов в диагностировании опасных состояний, оказывается слабой в своем терапевтическом измерении. Во второй половине XX в. в развитых странах резко сократилось число случаев острых заболеваний, но в невиданных масштабах выросли хронические заболевания. Люди повсеместно чувствуют себя нездоровыми и с тревогой смотрят в завтрашний день [21].

Принятие большинством социологов концептуальных рамок, предложенных Бекон, позволило перевести разговор о медиализации на новый уровень осмысления. В частности, открылась возможность связать проблематику медиализации с вопросами о *рисках* и опасных состояниях. Отправной точкой нового понимания медиализации стала книга Линн Пайер *«Торговцы болезнями: как доктора, фармацевтические кампании и страховые агенты заставляют вас чувствовать себя больными»* (1992). В книге были представлены многочисленные примеры конструирования медицинских состояний с участием фармацевтических компаний, заинтересованных в продаже все новых лекарств и ищущих все новых потребителей своей продукции. Такие фармацевтические гиганты, как «Мерк», «Пфайзер» и другие были изображены как главные агенты медиализации конца XX в. Продавая лекарства против облысения, импотенции и остеопороза (дефицита кальция в организме), компании в наибольшей мере оказались ответственными за создание все новых болезней и опасных состояний там, где им прежде не находилось места. Но, согласно Пайер, у этой новой формы медиализации общества есть и позитивные стороны: пациенты впервые получили большую свободу в выборе лекарственных препаратов, и у них появилась возможность заботиться о своем здоровье, избегая излишней опеки со стороны докторов [22].

В 2002 г. «Британский медицинский журнал» посвятил целый выпуск вопросу о медиализации, сосредоточив внимание на осмыслении новых концепций, а также обратив внимание на тот факт, что в современных условиях сами доктора тяготеют к излишнему контролю в своих руках. Рей Монихен и Ричард Смит, выступившие редакторами этого выпуска, задали в своей вводной статье риторический вопрос: «Не слишком ли много медицины?» [23].

Новой тенденцией, проявившейся в 1990-е и 2000-е гг., стало переключение внимания с доминирующей роли докторов на позицию фармацевтических компаний, агентов страховой медицины и поставщиков новых биомедицинских технологий, а также потребителей их продуктов. Ведущий исследователь медиализации Конрад недвусмысленно указал на то, что агенты медиализации пролиферировали. В 2004 г. Конрад вместе с Валери Лейтер напечатал важную статью *«Медиализация, рынки и потребители»*. Авторы статьи свидетельствовали, что появление новых фармпрепаратов порождает все новые медицинские проблемы и патологические состояния. Так, производство компанией «Пфайзер» Виагры привело к «обнаружению» такого расстройства, как эректильная дисфункция, а с помощью Паксила (гидрохлорид пароксетина), а затем Прозака стали «лечить» депрессию и иные проявления тревожности. Появление на рынках препаратов, содержащих гормоны роста, сделали объектом медиализации людей, желающих избавиться от низкого роста, а распространение дорогостоящих технологий оплодотворения *in vitro* медиализировало проблему бесплодия. Последние два примера, согласно Конраду и Лейтер, показывают, что масштабы медиализации возросли. Теперь медиализации подлежат не только те патологии, которые покрываются возможностями доступной (в США – страховой) медицины, но и те, которые не покрываются ей, но могут быть покрыты за счет дорогостоящих препаратов и услуг, присутствующих на медицинском рынке [24].

Важнейшей работой в области социологии медицины, посвященной новому осмыслению медиализации, стала книга Конрада *«Медиализация общества: о трансформации человеческих состояний в излечимые расстройства»* (2007). В книгу был включен ряд вопросов, обсуждавшихся автором ранее, а также добавлены новые примеры и концептуальные построения. Так, испытав влияние феминистских и гендерных исследований в социологии медицины, Конрад особо рассмотрел вопрос о медиализации маскулинности. В поле его зрения попали такие состояния, как андропауза, облысение и эректильная дисфункция. Вслед за вопросом о медиализации детской гиперактивности он перешел к вопросу о медицинском конструировании синдрома рассеянного внимания. Он также показал, что отказ Американской ассоциации психиатров считать гомосексуальность болезнью не привел к полной демедиализации этого состояния, и на современном этапе оно содержит в себе значительный потенциал для ремедиализации [25].

Медицинский антрополог Лок также подхватила тему о медиализации рисков и опасных состояний. С начала 2000-х гг. она переключила внимание на стремительно растущий рынок биомедицинских технологий, где наряду с новыми лекарствами появились генетический скрининг, компьютерная медицинская диагностика и т.д. Согласно Лок, развитие новых методов генетического анализа и пренатальной диагностики на Западе в самом конце XX в. породили среди людей иллюзию, что с их помощью можно заблаговременно узнать о здоровье своего будущего потомства. Обращаясь к генетическому тестированию, некоторые женщины на основе полученных результатов стали принимать решения о прерывании беременности, что само по себе тоже является риском. Но, как напоминает Лок, всякий генетический анализ основан на учете вероятностных данных, и не бывает абсолютно точных генетических прогнозов. Почему же некото-

рым детям так и не суждено появиться на свет, если их возможное тревожное будущее всего лишь запланированный эффект от использования новых медицинских технологий? Как поставить под контроль эту форму генетической дискриминации? [26].

В своей последней книге, написанной вместе с Вин-Кимом Нгуеном, «*Антропология биомедицины*» (2010), Лок продолжает разговор о новейших особенностях медиализации. Она приводит новые аргументы в пользу того, что современное общество продолжает стремительно меняться под натиском биомедицинских технологий, но уже не поддается тем эмоциональным выводам, которые были характерны для первопроходцев концепции риска. Генетика, геномика и эпигеномика действительно порождают неопределенные образы будущего. Людям XXI в. приходится учиться жить в состоянии риска, а медиализация – это всего лишь один стимулов к такому образу жизни. Пафос последней работы о медиализации невозможно определить однозначно. Чувство тревоги переплетено в ней с иронией и даже сарказмом. Авторы говорят о многих интересных вещах, но общий лейтмотив все-таки можно ухватить. Мир, в котором живут люди, все время меняется, и с этим уже ничего не поделаешь. Меняется и масштаб медицинского проникновения в нашу жизнь. Контроль в форме принудительного лечения и госпитализации уже почти исчезает. Медиализация распространяется с уровня тел на уровень генов, которые становятся главным «воплощением риска». Медиализация все больше сводится к запугиванию, увещиванию и соблазну. Если прежде медиализация была ориентирована на явные проявления патологии и девиации, то теперь все больше дело касается медиализации благополучия. Именно в недрах благополучия посредством медиализации вскрываются потаенные опасности, но сбудутся ли они или нет – неизвестно. Индивидам все время приходится прикидывать свои шансы на завтрашний день, а опираться в этом приходится лишь на себя. С того момента, когда в государственной политике большинства развитых стран возобладал неолиберальный подход, объемы государственной поддержки различных категорий нуждающихся сократились. Болезнь и здоровье все более становятся личным делом, и продолжает расти число факторов и обстоятельств, вынуждающих людей помнить об этом [27].

Представленный выше краткий обзор основных представлений о медиализации, характерных для представителей социальных наук на Западе, дает возможность понять, сколь значима эта проблематика для современных гуманитариев. Количество публикаций все возрастает. Медиализация, рассматриваемая как социальный процесс и как социальное явление, с успехом продолжает исполнять роль концептуальной рамки, сквозь которую видны драматические изменения, претерпеваемые медицинской профессией, перипетии в отношениях врачей и пациентов, а также изменения в стратегиях поведения индивидов, оказавшихся на быстро растущем рынке медицинских услуг. Кроме того, дискуссии о медиализации показывают, что не существует прямой связи между масштабами медиализации и приумножением здоровья. Современная озабоченность представителей среднего класса тем, чтобы не болеть и выглядеть привлекательно, приняв личную ответственность за свою жизнь, ведет к печальным социальным последствиям. Взяв ответственность за свое здоровье в собственные руки, средний класс, тем самым, развязал руки правительствам своих стран и освободил их от необходимости заботиться о здоровье остального населения. Сфера дешевого или вовсе бесплатного государственного здравоохранения стала стремительно сужаться, увеличивая число больных и заболевших среди самых незащищенных слоев общества. Что касается социологов, то отслеживая все эти изменения, они тоже вынуждены менять свои представления. Первоначальная озабоченность масштабами медиализации сменилась новыми прозрениями и новыми опасениями. Понимание, что необходимо учиться оспаривать власть медицинских профессионалов во имя демедиализации нашей собственной жизни, сменилось осознанием того, что в дело оказались вовлечены слишком многочисленные силы – не только врачи, но и политики, бизнес, масс медиа и бесчисленные люди, не знающие точно, кто они – пациенты или потребители.

ЛИТЕРАТУРА

1. Nye R.A. The Evolution of the Concept of Medicalization in the Late Twentieth Century / R.A. Nye // *Journal of History of the Behavioral Sciences*. 2003. V. 39 (2). P. 115-129.
2. Szasz T. *The Medicalization of Everyday Life: Selected Essays* / T. Szasz. Syracuse, New York: Syracuse University Press, 2007. P. XXVI.
3. Zola I. Medicine as an Institute of Social Control / I. Zola // *Sociological Review*. New Series. 1972. V. 20 (4). P. 487-504.
4. Conrad P. The Discovery of Hyperkinesis: Notes on the Medicalization of Deviant Behavior / P. Conrad // *Social Problems*. 1975. V. 23 (1). P. 12-21.
5. Conrad P. Identifying Hyperactive Children: The Medicalization of Deviant Behavior / P. Conrad. Burlington: Ashgate, 2006. P. 33-49, 51-69.
6. Schneider J.W. Deviant Drinking as Disease: Alcoholism as a Social Accomplishment / J.W. Schneider // *Social Problems*. 1978. V. 25 (4). P. 361-372.
7. Conrad P. *Deviance and Medicalization: From Badness to Sickness* / P. Conrad, J.W. Schneider. Philadelphia: Temple University Press, 1992. P. 263-265.

8. Walzer M. The Company of Critics: Social Critic and Political Commitments in the XXth Century / M. Walzer. New York: Basic Book, 1987. - Рус. пер.: Уолцер М. Компания критиков: социальная критика и политические пристрастия в XX веке. М.: Идея-Пресс, 1999.
9. Illich I. Medical Nemesis / I. Illich // Journal of Epidemiology and Community Health. 2003. V. 57 (12). P. 919-922.
10. Illich I. Medical Nemesis: The Expropriation of Health / I. Illich. New York: Pantheon Books, 1976.
11. Фуко М. Рождение клиники / М. Фуко. М.: Смысл, 1998.
12. Фуко М. История безумия в классическую эпоху / Фуко М.. СПб.: Университетская книга, 1997.
13. Foucault M. The Politics of Health in the Eighteenth Century / M. Foucault // Gordon C. (ed.) Power/Knowledge: Selected Interviews and Other Writings, 1972-1977. New York: Pantheon, 1980. P. 166-182.
14. Фуко М. Рождение социальной медицины / М. Фуко // Интеллектуалы и власть: Избранные политические статьи, выступления и интервью. Ч. 3. М.: Практикс, 2006. С. 79-107.
15. Castro A. Medical Anthropology in the United States / A. Castro, P. Farmer // Saillant F., Genest S. (eds.) Medical Anthropology: Regional Perspectives and Shared Concerns. Malden, MA: Blackwell Publishing, 2007. P. 42-57.
16. Baer H. Medical Anthropology and the World System / H. Baer, M. Singer, I. Susser. Westport, CT: Praeger, 2003.
17. Martin E. The Woman in the Body: A Cultural Analysis of Reproduction / E. Martin. Boston: Beacon Press, 2001.
18. Lock M. Medicalization and the Naturalization of Social Control / M. Lock // Ember C.R., Ember M. (eds.) Encyclopedia of Medical Anthropology: Health and Illness in the World's Cultures. New York: Kluwer, 2004. P. 116-125.
19. Lock M. Encounters with Aging: Mythologies of Menopause in Japan and North America / M. Lock. Berkeley: University of California Press, 1993.
20. Lock M. Pragmatic Women and Body Politics / M. Lock, P. Kaufert (eds.). Cambridge: Cambridge University Press, 1998.
21. Бек У. Общество риска. На пути к другому модерну / У. Бек. М.: Прогресс-Традиция, 2000. С. 306-317.
22. Payer L. Disease-mongers: How Doctors, Drug Companies, and Insurers are Making You Feel Sick / L. Payer. New York: John Wiley and Sons, 1992.
23. Moynihan R. Too Much Medicine? / R. Moynihan, R. Smith // British Medical Journal. 2002. V. 324, April 12. P. 859-860.
24. Conrad P. Medicalization, Markets and Consumers / P. Conrad, V. Leiter // Journal of Health and Social Behavior. 2004. V. 45 (Extra Issue). P. 158-176.
25. Conrad P. The Medicalization of Society: On the Transformation of Human Conditions into Treatable Disorders / P. Conrad. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2007.
26. Lock M. Utopias of Health, Eugenics, and Germline Engineering // Nichter M., Lock M. (eds.) New Horizons in Medical Anthropology: Essays in Honour of Charles Leslie. Reading: Harwood Academic, 2002. P. 239-266.
27. Lock M. An Anthropology of Biomedicine / M. Lock, V.-K. Nguyen. Oxford: Blackwell, 2010. P. 303-347.

Михель Дмитрий Викторович –
доктор философских наук, профессор кафедры
«Социология, социальная антропология
и социальная работа» Саратовского государственного
технического университета имени Гагарина Ю.А.

Dmitry V. Mikhel –
Dr. Sc., Professor
Department of Sociology, Social Anthropology
and Social Work
Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 15.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 316.334.3

В.В. Печенкин, Д.В. Фадеев

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОЦИАЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И ПОДХОДЫ

Анализируются структурные составляющие разработки и реализации социальной политики, подходы к ее сравнительному анализу, основанные на различных моделях социального развития. Рассматриваются аспекты, которые необходимо принимать во внимание при анализе различных реализаций социальной политики.

Социальная политика, социальный сервис, уровень планирования, оценочный подход, модель

V.V. Pechenkin, D.V. Fadeev

COMPARATIVE ANALYSIS OF SOCIAL POLICY: THEORETICAL MODELS AND APPROACHES

Structural components of the development and implementation of social policies and approaches to comparative analysis based on different models of social development are analyzed. Certain aspects are revealed to be taken into consideration in the analysis of different ways of social policy implementation.

Social policy, social service, level of planning, assessment approach, model

В предлагаемой статье мы рассмотрим некоторые вопросы, касающиеся подходов к проведению сравнительного анализа социальной политики в различных странах. В последнее время вопросы разработки эффективной социальной политики поднимаются часто и связано это с определенным разочарованием в тех трансформациях, которые произошли в нашей стране, с изменением уровня политического и экономического развития страны и, соответственно, с изменениями запросов многих социальных групп, которые чувствительны к тем или иным политическим решениям. Проблема выбора новой модели социальной политики должна, безусловно, опираться на научные подходы, которые позволят получить прогноз развития ситуации, выработать проектное решение, и разработать план перехода к целевому состоянию. Далее мы сосредоточимся, во-первых, на теоретических подходах, которые лежат в основе сравнения различных моделей социальной политики и, во-вторых, обсудим варианты их измерения. Результаты такого анализа позволяют обосновать парадигмальные рамки выбранного подхода в критическом рассмотрении современной социальной политики, предложить параметры желаемого состояния всей социальной системы, тем самым решать задачу социального проектирования на достаточно высоком институциональном уровне.

Отвечая на вопрос «Что такое социальная политика?», можно поступить различным образом. Наиболее понятный подход к ее изучению состоит в описании отдельных областей жизнедеятельности общества, социальных институтов, которые вовлечены в процессы поддержания и развития социальных отношений, в раскрытии общественных нужд, возможностей различных социальных групп по доступу к ресурсам, возможностей влияния на их перераспределение, порождая тем самым неравенство. Среди целей социальной политики, которые рассматривались в двадцатом веке как важнейшие, являлось утверждение, что основной является благосостояние граждан. Именно с благосостоянием связано часто используемое понятие «Государство всеобщего благосостояния» (Welfare State). Оно длительное время являлось, да и сейчас актуально в теориях, касающихся социального благополучия, дает возможность сопоставить идеальную модель социальной политики и реальную ситуацию. В качестве одного из первых определений, связанных именно со становлением этой исследовательской традиции, можно привести следующее определение Р. Титмуса [1]:

Социальное администрирование может быть определено как реализация и изучение социальных служб, служащих улучшению условий жизни людей, отношений семьи и сообщества. Оно имеет дело с историческим развитием этих служб, государственных и добровольных, моральными ценностями, которые проявляются в социальных акциях, ролях и функциях служб, экономическими аспектами.

Р.Титмус использовал термин «социальная администрация». Он был общепринятым в середине двадцатого века, расширял видение предмета от индивидуального восприятия благосостояния до связи с государством всеобщего благосостояния и другими аспектами социальной жизни. При этом необходимо учитывать историческое развитие общества, этику, взаимоотношения семьи и общества, экономические вопросы, представления о благополучном государстве. В этом случае социальная политика является каналом между формами интеграции общества и организационными механизмами социального управления. Н. Гинзбург дает свое определение государства всеобщего благосостояния [2]:

Я хотел бы дать достаточно общее определение государства всеобщего благосостояния (Welfare State). Эта идеология включает все политические действия, направленные на решение фундаментальных человеческих проблем. Эта идеология не является простой суммой составляющих ее частей, она привлекательна, укрепляет социальную солидарность и значимость гражданина.

Такое определение еще раз подчеркивает комплексность всего спектра вопросов. Благосостояние часто ассоциируется со степенью удовлетворения материальных потребностей человека, в более широком смысле этого слова мы должны добавить к этому возможность жизненного выбора и самореализации.

Идеология государства всеобщего благосостояния подразумевает определенный механизм перераспределения доходов, что может вызывать принципиальные возражения и споры "радикальных" сторонников права собственности по поводу дискуссионных сторон перераспределения, которое основано на принуждении, отсутствии свободы распоряжаться своей собственностью и доходами. Исходя из этих аргументов делается вывод о вторичности социальной защиты по отношению к экономическому развитию, что только укрепление экономики и рыночные отношения позволяют поддерживать социально незащищенные

группы. Эти определения и идеологические концепции становятся еще более актуальными в связи с происходящими сейчас событиями и проблемами самого существования сформировавшихся экономических и политических моделей общественного устройства.

Дискуссия о том, каковы корни идеологии государства всеобщего благосостояния, предложила целый спектр точек зрения на видение источников ее появления. Приведем в качестве примеров несколько объяснительных моделей, которые были предложены во второй половине прошлого века, но вновь приобретают актуальность в связи с обострившимся экономическим кризисом. Одна из них предполагает, что политика всеобщего благосостояния была провозглашена не из соображений гуманности, для более полного удовлетворения нужд людей, а была вынужденным ответом на социальные волнения. Например, соотношение экономической и политической составляющей в формировании системы социальной защиты на основании пособий малоимущим и нуждающимся (заметим, что этот инструмент широко используется в современной России) является с этой точки зрения вторичным и поддерживающим по отношению к экономическому развитию и политической стабильности. Исторические примеры показывают, что пособия как институт наиболее интенсивно используются для регулирования социальных отношений в моменты экономических кризисов, социальной нестабильности. Но когда социальная стабильность восстанавливается, пособия теряют свое значение и отменяются. Такая закономерность ставит под сомнение стандартное предположение, что социальная политика становится все более прогрессивной, более ответственной, гуманной и благородной. Есть и точка зрения, в соответствии с которой капиталистическое общество нуждается в политической системе для поддержания социального порядка, «покупая» стабильность и лояльность работников приемлемым уровнем стандартов системы здравоохранения и образования. Иная радикальная точка зрения в анализе социальной политики опирается не только на шаблоны классового доминирования, но и на патриархальные и расовые структуры общества [3].

Крайние точки зрения на истоки идеологии государства всеобщего благосостояния, противопоставляющие стремление улучшить благосостояние граждан социальному контролю, естественно, не исчерпывают всех возможных объяснительных концепций существа и источников социальной политики. При определенных обстоятельствах эти подходы используются в различных сочетаниях, аргументируя комплексность самой проблемы и важную роль мотивов социального контроля, мотивов гуманизации социальных отношений, иных соображений при воплощении всего того, что мы называем социальной политикой. Современный этап построения моделей социальной политики связан с критикой концепции государства всеобщего благосостояния и введения в научный оборот новых концепций социальной политики. Примером такого нововведения является работа Томаса Маршалла, который обсуждает новую теоретическую конструкцию – «дефисное общество». Последнее подразумевает единство и неразрывную связь трех компонент – капитализма, благосостояния и демократии. Источник развития находится в этом случае в противоречиях между базовыми ценностями этих компонентов, но удаление любой части из системы будет вести, по мнению ученого, к ее разрушению [4].

Резюмируя все сказанное выше, можно сформулировать три важных для нас вывода.

1. Когда мы говорим о «социальной» политике, мы не должны интерпретировать ее разработку и реализацию только в терминах благосостояния граждан.
2. Другие виды политики, которые не идентифицируются нами как «социальная политика», могут косвенно иметь сопоставимый или даже больший вклад в улучшение благосостояния при неизменной модели социального государства.
3. Необходимо рассматривать социальную политику в комплексе взаимозависимых политических областей. Важно выделить общий политический контекст не только в социальной области, но и в иных связанных с ней областях.

Соотношение экономической и социальной составляющих, непосредственное влияние экономического фона на социальную политику подчеркивает ее определение, которое дает В.А. Ядов [5]:

Социальная политика в широком смысле слова есть все поле регулирования социальных взаимоотношений, в принципе поддающихся таковой регуляции, исключая прямое воздействие на экономику страны. Но и в этом отношении функции социальной политики – предвидеть разнообразные способы и средства, минимизирующие негативные последствия экономических процессов.

Одним из важных вопросов при обсуждении социальной политики является вопрос о тех социальных группах, на которые нацелена эта политика, чьи проблемы она пытается решить, какие принципиальные моменты положены в ее основу. Исходя из этого критерия можно различать следующие подходы к реализации идеи благосостояния [6].

1. Социальная политика направлена на поддержание беднейших групп населения, государство берет на себя обязанности по созданию «сети безопасности» для тех, кто не может поддерживать определенный уровень жизни.
2. Социальная политика основана на принципе взаимной ответственности и солидарности групп в обществе, действуя через сети взаимодействия различного уровня – индивидуальные, семейные, трудовые, региональные. Многие права людей зависят от конкретных обстоятельств и не защищаются государством

прямо, но реализуются в таких сетях. Индивиды, которые не входят в сети взаимной поддержки, «исключены» из них, соответственно, не могут реализовать некоторые свои права в полной мере.

3. В институциональной системе любые потребности человека воспринимаются как нормальная часть социальной жизни. Защита и поддержка предоставляются всему населению в целом, независимо от личного вклада каждого индивида, его экономических возможностей, подобно тому как строятся бесплатные дороги или общедоступные школы.

4. Социальная политика направлена на создание благоприятных условий для развития экономики, помогая регулировать рынок труда, стимулируя производство необходимой обществу продукции.

Последние два десятилетия понятие Welfare State изменяется в сторону увеличения значения связи между гражданами и государством, более подробного рассмотрения вопросов, связанных с семьей, конкретным человеком. Мы задаем себе вопрос – на самом ли деле социальная политика достигает тех целей, которые декларируются, каковы критерии успешности той или иной политики, кто выигрывает от принятия тех или иных политических решений? Изменяется баланс государственного, общественного и частного участия в реализации и разработке социальной политики. Если раньше считалось, что социальную политику реализует государство, то теперь в эти механизмы все больше проникают общественные движения и частный сектор.

Реализация социальной политики основывается на социальных сервисах, которые предназначены для решения конкретных проблем в социальной сфере. Социальная политика может вырабатываться на государственном уровне, но ее конкретное воплощение и корректировка происходят на уровне местной администрации. Именно локальные социальные сервисы «транслируют» коллективную, государственную ответственность на индивидуальный уровень, доходя до каждого конкретного человека. Число таких сервисов постоянно растет, увеличивая разнообразие профессий, связанных с ними. Этот рост связан с дифференциацией и все большим уточнением необходимых обществу механизмов регуляции социальных проблем.

В таблице показаны уровни взаимодействия различных субъектов социальной политики, которое требует постоянной обратной связи для повышения эффективности и необходимой корректировки [7].

Уровни разработки и реализации социальной политики

Функция	Уровень	Задачи
Разработка социальной политики	Уровень стратегического планирования	1. Анализ социальной проблемы 2. Формулирование целей политики 3. Разработка научных и информационных аспектов 4. Реализация и защита политических решений
Обеспечение и администрирование	Уровень тактического планирования	1. Разработка сервисов 2. Мониторинг сервисов 3. Оценка эффективности сервисов 4. Стоимостной анализ 5. Бюджетирование – финансирование 6. Руководство реализацией сервисов
Реализация сервисов	Операционный уровень	1. Определение клиентов социального сервиса 2. Последовательно доводить до реализации сервисы 3. Обеспечение постоянства и непрерывности обслуживания 4. Фиксирование информации о предоставленных сервисах 5. Оценивание эффективности 6. Координация деятельности

Подходы к сравнительному изучению социальной политики

Сначала рассмотрим один из подходов формирования сравнительной базы с точки зрения выделения теоретических концептов, которые будут основой дальнейшего сравнения. С этой точки зрения сравнение конкретных реализаций социальной политики может исследоваться по следующим направлениям [8].

Структурное различие

Различия между структурными компонентами тех или иных систем являются основанием для анализа и опора в таком анализе определяет характер полученных результатов. Большинство современных исследований сравнительного анализа социальной политики в разных странах, как правило, стараются совместить исследование структурных параметров и сфокусироваться на основных отличиях между элементами структуры. Например, анализ режимов, который предпринял еще в 1990 году Эспин-Андерсен, также можно отнести к структурному подходу. Его основной посыл состоит в том, что степень, в которой государство может обеспечить благосостояние работников, защитить их от основных рисков, напрямую связана с силой (слабостью) рабочего класса, обладающего возможностью политической и экономической мобилизации их поддержки. Это выдвигает политические структуры на первый план. Социал-демократические режимы обеспечивают лучшую и справедливую защиту от рисков, связанных со старением, безработицей и болезнями, в то время как либеральные режимы, наоборот, обеспечивают меньший уровень социальной справедливости. В рамках такого рассмотрения государство благосостояния становится продуктом «демократической классовой борьбы» с четкими неомарксистскими коннотациями.

Классовый анализ

Неомарксистский подход определяет структурное разнообразие и фундамент социальной политики в области противоречий между интересами капитала и основными потребностями людей, связанными с их благополучием и безопасностью. Следовательно, развитие общества связано не только с извлечением прибыли, но и с развитием институциональных структур и политических моделей, которые способствуют достижению компромисса. Основной упор в этом случае делается не на национальные отличия капиталистической системы, а на то, что имущество, рынки и фирмы встроены в систему более широких социальных отношений. Усиление межнациональных возможностей власти капитала было вызвано неолиберальными и неоконсервативными подходами, которые по своей сути враждебны социальным расходам, равнодушны к социальному неравенству и несправедливости.

Гендерный анализ

Гендерный анализ различий социальной политики позволяет выделить существенные социальные, структурные ее различия. Критическая точка зрения предполагает, что политика охватывает фундаментальные гендерные различия в доступе к образованию, рынку труда, она ответственна за обеспечение социальной защищенности женщин. В последнее время исследователи отказываются от поиска «большой теории» в пользу эмпирического исследования конкретных государств, изучения неравенства мужчин и женщин, которое создается, воспроизводится на институциональном уровне.

Рассмотрим классификацию подходов к сравнительной социальной политике, которая предложена Д. Маббет и Х. Болдерсон [9]. Здесь важно отметить, что необходимо рассматривать не только эмпирические индикаторы, характеризующие социальную политику в различных случаях, подходы к их интерпретации, но и методологические аспекты получения и интерпретации данных, которые нередко не могут быть восприняты однозначно. Классики социологии предлагали теоретические модели развития общества, формулировали общие закономерности его развития (например, Э. Дюркгейм о суициде), типологии развития, особенности определенных этапов (М. Вебер о капитализме). Современная социологическая рефлексия социальной политики предлагает целый набор оснований для теоретического и эмпирического ее изучения по более узким направлениям.

Далее мы опишем подходы к сравнению социальной политики в различных странах, проанализируем их достоинства и недостатки, продемонстрируем примеры применения этих подходов в исследованиях социальной политики.

Оценочный подход на основании определенного набора индикаторов

В рамках этого подхода исследователь фокусируется на определенной области социальной политики, формирует набор индикаторов, которые, по его мнению, позволяют провести сравнительный анализ существа, цели, ресурсного обеспечения государственного вмешательства в выбранную область. В качестве примера можно рассмотреть исследование, в котором проводилось сравнение системы поддержки детей в 15 странах на основе измерения общей стоимости воспитания детей до момента окончания школы [10]. Кроме того, оценивалась доля этих расходов в общем бюджете семей, которые классифицировались по уровню доходов. В качестве индикаторов были выбраны общий доход семьи, налоговые выплаты, стоимость оплаты жилья, стоимость медицинских услуг, затраты на образование (школьное, дошкольное).

В ходе проведения исследований были агрегированы статистические данные, которые предоставляются государственными службами, используются при анализе социальной политики и не могли быть использованы в исходном виде. Причины, по которым агрегированные данные не позволяют осуществлять адекватную интерпретацию, следующие. Различия в структурном составе и измеряемых временных интервалах данных, которые подвергаются агрегированию, не позволяют сравнивать эти данные для разных стран. Сложно выделить интересующие исследователей функциональные области (например, различия в величине квартплаты у семей, которые арендуют жилплощадь, имеют собственные жилища, проживают в муниципальном жилье), все данные усредняются, что стирает важные различия для разных социальных групп.

При отсутствии нужной исследователю категоризации данных необходимо разрабатывать теоретические модели, которые позволяют перейти к требуемому набору индикаторов. Например, если в упомянутом выше исследовании в данных отсутствует необходимая структурная составляющая по типам семей и присутствует деление по типам домохозяйств, можно построить теоретическую, эмпирически проверяемую, модель семьи, связывающую тип семьи и тип домохозяйства и экстраполировать агрегированные данные на новую область в соответствии с этой моделью.

Традиционным и доступным источником статистической информации, которая применяется при проведении исследования в рамках оценочного подхода являются статистические базы данных, которые опубликованы в Internet различными международными и национальными организациями. В силу причин исторического, технологического и, возможно, идеологического характера в современной России этот инструмент в настоящее время не может быть полноценно использован, причина становится ясна, если зайти на официальный сайт Росстата www.gks.ru, который предоставляет бесплатно лишь ограниченный набор информации. Ситуация, безусловно, улучшается, но это происходит крайне медленно.

В общедоступных базах данных публикуется самая разнообразная информация, в том числе и по вопросам социальной политики. Можно привести обширный список таких сайтов в Internet, мы ограничимся лишь некоторыми ссылками:

- <http://www.un.org/esa/subindex/wb1510.htm> – список баз данных ООН по различным странам, различным экономическим и социальным аспектам развития;
- <http://www.who.int/whosis/ru/index.html> – статистическая информационная систем Всемирной Организации Здравоохранения (WHOSIS);
- <http://www.uis.unesco.org> – индикаторы баз UNESCO, статистические данные по образованию, науке, технологиям, культуре, коммуникациям;
- ec.europa.eu/eurostat – статистический сайт Eurostat, предоставляет информацию по большому спектру тем экономического, социального развития;
- www.statistics.gov.uk – официальный сайт статистики Великобритании;
- www.cdc.gov/nchs – национальный центр статистики США в области здравоохранения.

При использовании статистики, которая представлена в этих базах данных, в сравнительных исследованиях социальной политики возникает два принципиальных ограничения [11]. Первое связано с тем, что статистическая информация не дает возможности проникнуть в существо и принципиальные особенности социальной политики, понимание тенденций развития и стратегии реализации, источники тех или иных решений. Для понимания контекста необходимы дополнительные исследования исторического, институционального аспектов в стране, регионе. Сложно предложить устраивающие научную общественность параметры, которые будут служить индикаторами законодательных норм на право получения пособия, реальной законодательной практики, социокультурных стереотипов. Второе принципиальное ограничение состоит в том, что они, как правило, ориентированы на вычисление денежных эквивалентов. Но данные о структуре услуг, которые предоставляются социальными службами, общий социально-экономический контекст в отдельной стране, регионе могут существенным образом изменить роль и значение этих денежных эквивалентов.

При всей разработанности методологии исследования, основанного на статистической информации, необходимо указать на целый ряд недостатков такого подхода при раскрытии социального неравенства средствами статистики [12]. Во-первых, статистические данные в изобилии представлены по одним темам, по другим отсутствуют (недостаточность данных). Во-вторых, даже если статистическая информация существует, она оказывается гетерогенной, является результатом отдельных, не связанных между собой разработок в отношении как области исследования, так и методологии (разнородность). В-третьих, возникают трудности в интерпретации статистической информации, связанные со вторичным анализом данных, когда необходимое сравнение можно провести только частичным и косвенным образом (неприспособленность, несравнимость). В-четвертых, статистические данные могут оказаться незначимыми с точки зрения изучаемой проблемы (безликость). Наконец, статистический метод предполагает огрубление и упрощение социальной реальности, учитывая только те ее стороны, которые могут быть стандартизованы, параметризованы, оставляя в стороне многие нюансы конкретных жизненных ситуаций.

Общие факторы, объяснения и модели

В рамках этого подхода к сравнительному анализу социальной политики разрабатываются и проверяются гипотезы о политике государств, при этом рассматриваются не отдельные параметры, характеризующие те или иные аспекты жизнедеятельности общества, функционирования экономической системы, а рассматривается общая конфигурация политической системы государства. Отличие этого подхода от предыдущего состоит в том, что на первом этапе строится и обосновывается теоретическая модель политического, экономического, социального развития, затем, исходя из этой модели, выбираются эмпирические индикаторы, наблюдение которых позволяет подтвердить или опровергнуть предложенную исследователем гипотезу. Таким образом, важнейшим этапом такого исследования является операционализация абстрактных концепций.

К трудностям такого подхода можно отнести субъективные моменты операционализации теоретических конструкций, что не позволяет решать теоретические проблемы, потенциально позволяет строить множество теорий, которые подтверждаются одним и тем же набором эмпирических данных. Кроме этого, трудности, как и в предыдущем подходе, возникают при получении сравнимых наборов данных для разных стран.

Теория режимов

Под режимом понимается совокупность специфических общественных институтов, которые регулируют сферу трудовых отношений. Организация отношений по оси экономика-государство ассоциируется в этой теории с логикой социальной политики по частным направлениям. Если в предыдущей модели анализ требует общей структуры взаимодействия факторов и структурных параметров, на которые они влияют (как правило, это происходит в рамках регрессионной модели анализа), то в теории режимов допускает различия в структуре и влиянии факторов на нее различным образом в разных странах. Работа упоминавшегося уже раньше Г. Эспин-Андерсена «The Three worlds of Welfare Capitalism» является одной из наиболее цитируемых в сравнительной социальной политике. Основной фокус исследования в работе сосредоточен

вокруг характеристики многомерного взаимодействия государственных программ по улучшению благосостояния общества, политики, экономической ситуации и социальной политики. Исходными данными для нее послужила информация из разных стран о взаимодействии внутри политической системы, экономических структурах, программах в социальной политике, которая оказалась несводимой к единой процедуре анализа, различалась по своей природе и сути. В этом случае статистический анализ социальной политики хотя и возможен, но сопряжен со значительными трудностями в интерпретации. Но глубокое понимание механизмов социальной политики, ее тенденций требует привлечения качественных методов исследования, которые позволяют провести иную исследовательскую стратегию, учесть больше нюансов ситуации.

Подведем некоторые итоги. Мы продемонстрировали важность рассмотрения не только теоретических моделей, положенных в основу анализа социальной политики, но и подходы к операционализации параметров социальной политики, что позволяет провести их «измерение» и затем сравнительный анализ системы в целом. Операционализация предметной области может проводиться по различным основаниям, при этом необходимо учитывать сильные и слабые стороны каждого варианта операционализации, временные, географические рамки полевого этапа. Модель операционализации позволяет, в свою очередь, не только получать прогнозные значения исследуемого объекта, но и сформулировать требования к его желательным параметрам, решая задачи социального прогнозирования и, затем, социального проектирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Titmuss R.M. Social administration in a changing society / R.M. Titmuss // Essays on the Welfare State. London: Unwin University Books. 1958. P. 14-15.
2. Ginsburg N. The future of the Welfare State. Professorial inaugural lecture / N. Ginsburg. University of London, 1996. P. 1.
3. Williams F. Social Policy: A Critical Introduction. Issues of Race, Gender and Class / F. Williams. Polity Press, Cambridge, 1989, P. 236
4. Маршалл Т. Ценностные проблемы welfare-капитализма / Т. Маршалл // Журнал исследований социальной политики. Т. 8. № 4. 2010. С. 439-458.
5. Ядов В.А. Взгляд социолога на проблемы социальной политики в российском обществе, претерпевающем трансформации / В.А. Ядов // Тезисы выступления перед участниками зимней школы Центра социологического образования при Институте социологии РАН. Янв. 2001.
6. Spicker P. An introduction to social policy. Robert Gordon University / P. Spicker. Режим доступа: <http://www2.rgu.ac.uk/publicpolicy/introduction/author.htm>
7. Smith N.J. Social welfare and computers / N.J. Smith. Melbourne: Longman house, 1985. P. 8.
8. A handbook of comparative social policy / Edited by Patricia Kennett. UK, Edward Elgar Publishing. Inc. 2004, p. 205-207. Режим доступа: books.google.ru
9. Mabbett D., Bolderson H. Theories and Methods in comparative social policy. Comparative Social Policy: Concepts, Theories and Methods. Edited By Jochen Clasen. Blackwell Publishers. 1999. P. 34-56.
10. Bradshaw J. A comparative study of child support in fifteen countries / J. Bradshaw, J. Ditch, H. Hilmes, P. Whiteford // Journal of European Social Policy, 3(4), 1993. P. 255-271/
11. O'Higgins M. The significance of LIS for comparative social policy research / T.M. Smeeding, M. O'Higgins, L. Rainwater (eds) // Poverty, Inequality and Income Distribution in a Comparative Perspective. London: Harvester Wheatsheaf. 1990. P. 159-165.
12. Печенкин В.В. Анализ социальных сервисов: критика статистических подходов / В.В. Печенкин // Профессионализация социального менеджмента: сборник научных статей. Саратов: Научная книга, 2008. С. 39-46.
13. Huber E. Social Democracy, Christian democracy, constitutional structure and the welfare state / E. Huber, C. Ragin, J.D. Stephens. American Journal of Sociology, 99(3), 1998. P. 711-749.

Печенкин Виталий Владимирович – доктор социологических наук, профессор кафедры «Социология, социальная антропология и социальная работа» Саратовского государственного технического университета им. Гагарина Ю.А.

Vitaly V. Pechenkin – Dr. Sc., Professor
Department of Sociology, Social Anthropology and Social Work
Gagarin Saratov State Technical University

Фадеев Денис Владиславович – проректор по связям с государственными структурами и общественными организациями Саратовского государственного технического университета им. Гагарина Ю.А.

Denis V. Fadeev – Vice Rector for Communication with Government Agencies and Public Organizations
Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 15.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 316.7

Л.С. Яковлев

ДЕКОНСТРУКЦИЯ ЛОГИК КОНКУРЕНЦИИ ПРОЕКТОВ РОССИЙСКОЙ СОЦИОКУЛЬТУРНОЙ ИДЕНТИЧНОСТИ

Конкуренция за право номинации имеет решающее значение в процессах конструирования властных дискурсов. Важнейшим инструментом при этом становится проектирование культурных идентичностей. Общие представления о природе этих идентичностей становятся основаниями социальной консолидации. Анализ современных текстов в жанре «альтернативной истории» демонстрирует кризисный, противоречивый характер современной российской культурной идентичности.

Социокультурное пространство, властный дискурс, культурно-историческая идентичность, самоидентификация, альтернативная история

L.S. Yakovlev

DECONSTRUCTING THE COMPETITION LOGIC OF THE PROJECTS REFERRING RUSSIAN SOCIO-CULTURAL IDENTITY

Competition for the nomination right is crucial in the process of constructing the power of discourses. The most important tool in this case is the design of cultural identities. The general ideas about the nature of these identities become grounds for social consolidation. The analysis of contemporary texts in the genre of «alternative history» demonstrates the crisis, and the contradictory nature of modern Russian cultural identity.

Socio-cultural space, discourse authorities, cultural and historical identity, the self-identity, an alternative history

Властные дискурсы далеко не всегда формируются непосредственно в социокультурном пространстве, но стабилизируются в своих свойствах и статусных характеристиках, именно когда обеспечивают контроль над происходящими в нем процессами. Соперничество за право номинации имеет смысл постольку, поскольку означает не просто возможность давать определения понятий, но выстраивать их в системы. А эти системы неизбежно приобретают динамический характер, становятся проектами, и уже проекты представляют собой вполне предметные инструменты управления социальным поведением через механизм детерминации его будущим.

Современная российская ситуация осмысливается в науке как характеризуемая деструкцией механизмов культурной идентификации. При этом указывается на сложности ее динамики; проблемы, обусловленные контекстами глобализации [1-4] и радикальной перестройкой информационного пространства; внутренние структурные противоречия процессов идентификации [5-7].

История России, как и любой другой страны, может быть прочитана и как конкуренция, последовательная смена проектов, наиболее значимые из которых связаны с христианизацией, доктриной «Третьего Рима», просвещенным абсолютизмом, конституционным переустройством страны, социалистическим экспериментом. В конце 80-х – начале 90-х годов XX века доминирующим стал проект, ориентированный, по сути, на копирование модели социального государства, какой она была на тот момент в развитых странах. Естественно, что уже на самой начальной стадии он встретил противодействие, приобретающее националистическую окраску.

У советской модели общественно-экономического устройства, по сути, не нашлось защитников во все, и роль оппозиции доминирующей тенденции взяли на себя те, кто использовал патриотическую риторику. Как писал в 1994 году А. Дугин, «конец СССР как планетарного оплота нелиберальной экономики и идеологии принуждает всех политиков мира, желающих остаться в Системе, в истеблишменте и боящихся превратиться в маргиналов, действовать и рассуждать именно в рамках безусловного признания правоты «либеральной доктрины», «правоты рынка», правоты и безальтернативности капитализма» [8]. Естественно, проще всего оказывается критиковать либерализм с позиций неприменимости его доктрин к конкретным практикам той или иной страны, в данном случае России (или Евразийского пространства с позиций А. Дугина и ряда других идеологов).

Действительная ущербность современного либерализма в ином. По сути своей, он должен быть выражением индивидуалистического мировоззрения, своего рода квинтэссенцией антифашизма. Но страх перед анархизмом сковывает либеральную мысль, заставляет искать компромиссов с идеями государственно-

го регулирования там, где эти компромиссы разрушительны – и, как обратное следствие, ложные попытки поддержать баланс приводят к отторжению идеологических компонентов, связанных с концепцией социального государства. В итоге, даже такой вдумчивый аналитик, как Л. Раздиховский, объявляет «крайний популизм» внесистемным: «нацисты, экстремисты, расисты, крайние популисты находятся за пределами западного политического поля» [9].

Связывать либеральные ценности с неуклонным отстаиванием текущих форм регулирования отношений собственности есть полный абсурд. Разрушение социального контракта есть гибель общества. Разумеется, любой пересмотр этого контракта ущемляет чьи-то права; это и есть плата за развитие, за выживание социума. Либеральная идея состоит не в том, что «правила игры» должны оставаться неизменными вечно, а в том, что они есть. Они могут меняться, их, безусловно, можно и нужно обсуждать, но их действующими формами нельзя пренебрегать.

Не требует специальных доказательств тот факт, что в подобном виде либеральные идеи в России не имеют сегодня массовой поддержки. Не может быть установок и паттернов, связанных с практиками пересмотра и легитимации форм социального контракта там, где нет самих этих практик. Поэтому семипроцентный думский барьер оказывался за пределами для партий, выстраивающих свою идеологическую платформу по схемам, полагаемым в России классическими либеральными. Поэтому и пытаются иные оппозиционные течения опереться на патриотическую риторику.

Логика подобной ориентации проста. Патернализм не предполагает заботы государства о подданных как самоценности. Социальный контракт в этом случае основан на «большой сделке» (V. Dunham): он предполагает, всего лишь компенсации за лояльность. Не все уровнем этих компенсаций удовлетворяются, но единственным средством повысить свой статус для индивидов и социальных групп (а в определенных случаях, и для населения в целом), оказывается создание ситуации, в которой они окажутся нужны власти. В качестве строителей пирамид «светлого будущего», солдат, живых свидетельств «преимуществ системы» (как было с привилегированным положением жителей Москвы в СССР 70-х годов). При этом наибольшие гарантии желательного пересмотра социального контракта дает военно-политическое противостояние с достаточно сильным противником: в этом случае государство точно не обойдется без лояльности подданных, причем цена этой лояльности будет высокой, а возможности контроля минимальны. «Будь проклята война – наш звездный час!», эти чудовищно точные, варварски-прекрасные слова, ставшие эпиграфом к пьесе Михаила Рощина «Эшелон» [10] предельно точно выражают суть этой модели социального контракта.

На самом деле, власть, конечно, не слишком добросовестно соблюдает его условия. Как Иван Грозный варил в котлах на лобном месте героев, защищавших рубежи Руси, так и Сталин расплатился лагерями с немалой частью героев Великой Отечественной. Но людям свойственно питать иллюзии. Логика попыток конструирования национально-культурной идентичности, основанной, прежде всего, на традиционных ценностях, вполне очевидна в публицистике, характерным примером здесь может служить «Портал сетевой войны». Однако аудитория политической публицистики сегодня не может быть названа массовой. Если пытаться маркировать социокультурное пространство, в котором могут реализоваться дискурсы российской идентичности, то им окажется, главным образом, пространство художественной литературы. Здесь, в отличие от кино, уровень востребованности идеологизированных конструкций выше.

Имперская мечта находит наиболее адекватное выражение в таких текстах, как «Противостояние: Время в наших руках» Евгения Лысова [11]. «Этот мир – болен. Болен смертельно. Построенный вокруг бесконечного потребления... Мир, в котором правила не ученые и творцы, а мошенники и банкиры... Знаете, в этот момент я понял, что этот мир даже страшнее, чем однажды приснившийся мне мир победившего нацизма. По крайней мере, в том мире – человечество, пусть и только в составе победивших, все еще тянулось к звездам. В моем реальном мире – человечество зарылось рылом в кормушку». «В голове было пусто. Точнее – там были только боль и ненависть. Я уже видел, какими мы все должны были быть. Я знал, каким мог бы быть весь наш мир... Пусть это было лишь моей галлюцинацией, фантазией в коматозном состоянии, но это был тот идеал, к которому мы должны были стремиться. Мы должны были быть цивилизацией творцов. Сильными, смелыми, гордыми и мужественными! Те, кто сейчас горбатился за гроши на ограбившего их же и их отцов, – никогда не должны были познать этого рабского ярма!».

И неважно, что нарратор понимает, какая мания им владеет: «Я боялся, что со смертью нахлынет чернота. А когда она схлынет – я увижу лицо врача-психиатра, убирающего шприц». Конечно, здесь прослеживается влияние В. Пелевина, а главное, эмоциональная энергия текста сосредоточена, почти целиком, в нескольких монологах. Но определенная тенденция в нем выражена. Эскапизм как ориентация, как жизненная позиция обладает мощным потенциалом, но сам по себе не слишком пригоден для конструирования виртуальных миров, выступая лишь предпосылкой для стремления к их созданию. Поэтому образы прошлого, создаваемые в многочисленных текстах о «попаданцах», несколько ходульны, условны, уязвимы в существенных деталях. Тем не менее такие тексты создаются в большом количестве, но говорит это не об эффективности программы их разработки, а об устойчивости общественных настроений, ориентированных критически в отношении нашей реальности.

Однако, составляя мейнстрим потока «альтернативной истории», а в определенном смысле и одного из ведущих направлений русской фантастики, эти книги находят многочисленного, но отнюдь не массового

читателя. Обращение к статистике посещения сайтов интернет-магазинов и библиотек показывает, что число читателей, готовых принимать тексты любого художественного уровня, лишь бы они принадлежали к пространству имперского мифа, измеряется сотнями, тысячами, но никак не десятками тысяч, а тем более ни миллионами. Их больше, чем «лимоновцев» (тоже, кстати, приверженных имперской идее, только в специфических, аскетически-героических формах), но меньше, чем либерально ориентированных.

Как в свое время утверждал Д. Драгунский, «перед лицом тоталитарного режима Запад начал задумываться о своей идентичности и обнаружил ее в плюрализме и разнообразии. Думаю, что перед лицом новых вызовов Запад осознает свою идентичность иным образом. Что еще раз нас укрепит в предположении, что идентичность трансформируется в истории» [12]. Оставим в стороне содержащуюся в этих словах предпосылку к ставшим в последнее время популярными гипотетическим рассуждениям о том, как сегодня европейское сознание будет возвращаться к ценностям эпохи Р. Киплинга. Нас больше занимает судьба собственной страны. Направленность изменений можно обсуждать, неизбежность их безусловна.

С. Градировский, Б. Межуев видят перед Россией открытый геокультурный выбор, свобода которого определяется не только ее относительно самостоятельным положением в мире, но и отсутствием вообще моделей культурной идентификации, способных претендовать на безусловность. Оценивая концепцию С. Хантингтона, они приходят к выводу, что «мышление в рамках цивилизационных идентичностей не ведет ни к чему иному, как только к защите границ», «Иноземцев не предлагает западным обществам никакой иной программы на будущее, кроме отказа от излишнего гуманизма по отношению к выходцам из третьего мира», в то время как «люди оказываются соединены рамкой общей солидарности (мозаичная идентичность)» [13]. Однако пространство потенциально доступного культурно-цивилизационного многообразия отнюдь не тождественно пространству реального выбора, широта которого обусловлена реальными возможностями социума.

Одной из лучших иллюстраций границ этих возможностей служит знаковый для последнего десятилетия текст «Околоноля». Текст этот, как и солидная доля приобретенных общественный резонанс книг, издан под псевдонимом, отнюдь не рассчитанным на то, чтобы стать криптонимом, и большинство аналитиков атрибутирует его Владиславу Суркову. Авторство в данном случае имеет значение, потому что важен потенциальный кругозор автора. Среди комментариев было высказывание М. Ганопольского; «непонятно, как человек может писать «против себя» [14], филиппика Дм. Быкова «действующие руководители романов не пишут, особенно если это романы о том, до чего все прогнило» [15]. Удивительна все же эта чистота наивности и верности черно-белому видению мира, который для нее делится всего на две группы людей: благородных поборников демократии и погрязших во всех грехах коррупционеров. Дмитрий Быков мог бы заглянуть на сайт «Новой газеты» и осведомиться о числе читателей, познакомившихся с его статьей. На конец декабря 2011 года, то есть за два с лишним года, таковых набралось 971 человек. Вот, собственно, и ответ на все недоумения. Вл. Сурков – действительно действующий политик и, как таковой, работает с массой населения. Той самой массой, которая никогда не прочитает ни «Околоноля», ни критические отзывы на эту книгу. И поэтому ничего общего между его административной и литературной деятельностью быть не может. Мы сегодня – такое же расколотое общество, каким был русский социум в начале XIX столетия; это может кому-то не нравиться, но не признавать этого – значит отрицать реальность.

Но реальность дана нам в субъективном восприятии. И самоидентификация начинается со способности увидеть «самое жуткое, что может привидеться... обогнавшее жизнь, забежавшее вперед и засевшее в засаде среди завтрашних дней собственное бледное и убогое прошлое. Брошенное когда-то почти предательски пропадать в забвении. Покинутое ночью, как дитя спящее, беспомощное, вероломно и жестоко ради бегства куда глядят глаза. Оставленное со всеми своими жалкими сокровищами, впервые разлюбленными возлюбленными, впервые наскучившими друзьями и провинциально навязчивыми родственниками. Оставленное без средств, без надежды выкарабкаться из оцепенения памяти, из ветхозаветной нищеты и наивности... Встретиться с ним, врезаться в него на полном ходу означает пропасть, разрушиться наверняка. А потому – всегда вперед, без оглядки».

Проблема в том, что этот императив действителен далеко не для всех. Большая часть общества адаптировалась к «бледному и убогому прошлому», продолжает жить в нем. Жить в наполовину сказочном мире, «где не степь и не тайга, не холмы и не равнины, не песок и не чернозём, где ни то и не сё, ни два, ни полтора, а так, рязанщина, так – деревенщина. Пыль и полынь, из деревьев – бузина. Дровяные кучи и неотличимые от них домишки, недоснесённая озверевшими богоносцами церковь... Речка при деревне была мелкая, и рыба в ней была мелкая. Помидоры в огороде мелкие, полужелёные. Лук горький. Яблоки кислые, скудость и скука кругом неизбывные. Свет от жилья бедный, избушечный. Тепло от людей несмелое, еле слышное».

Деревня, оставшаяся лишь в воспоминаниях героя, «напоминая большинство наших городов, сёл и домов, где всё расположено и выглядит так, будто люди только что сюда приехали и ещё не устроились, не обжились как следует; или, наоборот, будто дожились уже до ручки, до скуки и отвращения и, проклиная это место, сидят лет по триста на чемоданах, узлах и баулах, готовые вот-вот уехать, в любую минуту подняться и бежать куда глаза глядят, на все четыре стороны; и смотрят вокруг как посторонние пришельцы на чужое некрасивое, унылое и убыточное хозяйство. Сор с дороги не уберут, дома построят наспех, как будто

и не для жизни, а так, перекантоваться; на детскую площадку, на общее мелкое дело копейку пожалеют, а на ту копейку напьются чего-нибудь ядовитого и закусят чем-то несвежим, невкусным; опунцовеют и уставят-ся окосевшими очами поверх подорожного сора, недостроенной детской площадки и завалившегося набок нецензурного забора на пустующую даль; и станут браниться и петь, и плакать у себя, на своей стороне, словно пленники на реках вавилонских».

Это мир, в котором не страшно, потому что нечего терять; где даже стареют «беззаботно, как все люди, которые ни дня в своей жизни не были вполне красивыми и здоровыми и оттого с годами ничего не теряющие». Мир, наполненный «торжественным, плоским и неподвижным, как фрески Джотто, смехом изначальной тишины». И герою «Околоноля» «интересны были приключения имён, а не людей». Разумеется, это мир постмодерн <http://depositfiles.com/files/4t3uckm83>

ЛИТЕРАТУРА

1. Пять уровней идентичности. Интервью РА (Русский Архипелаг) главного редактора журнала «Космополис» Дениса Викторовича Драгунского. Электронный ресурс. http://www.archipelag.ru/geoculture/new_ident/interpretatio/level/
2. Градировский С. Геокультурный выбор России / С. Градировский, Б. Межуев // Русский архипелаг. Электронный ресурс. http://www.archipelag.ru/geoculture/new_ident/geocultruss/choice/
3. Ганопольский М. Жизнь околоноля / М. Ганопольский // Блог. 13 августа 2009, 18:05. Электронный ресурс. www.echo.msk.ru/blog/ganapolsky/612452-echo/
4. Быков Д. Спертый воздух. Кто вы, мистер Дубовицкий? / Д. Быков // Новая газета. Электронный ресурс. 19.08.2009. <http://www.novayagazeta.ru/arts/43923.html?print=1>

Яковлев Лев Сергеевич – доктор социологических наук, профессор кафедры «Социология, социальная политика и регионоведение» Поволжского института имени П.А. Столыпина Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ

Lev S. Yakovlev – Dr. Sc, Professor
Department of Sociology, Social Policy and Regional Studies
Stolypin Volga Region Institute – Branch of the Russian Academy of National Economy and Public Service under the President of the Russian Federation

Статья поступила в редакцию 11.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 930.253

А.М. Дубовиков

РЫБОЛОВСТВО КАК ИСТОРИЧЕСКИЙ ФЕНОМЕН В ПОВСЕДНЕВНОЙ КУЛЬТУРЕ УРАЛЬСКОГО (ЯИЦКОГО) КАЗАЧЬЕГО ВОЙСКА

Показаны в общих чертах особенности экономики Уральского казачьего войска, освещены вопросы специфики климата и географического положения, а также обусловленные этими факторами особенности системы местного рыболовства. Кроме того, рыболовство показано не только как хозяйственная отрасль, но и как важнейший элемент культуры яицкого (уральского) казачества.

Уральское казачье войско, войсковое хозяйственное правление, войсковые правила рыболовств, казачье сословие, казачье хозяйство

A.M. Dubovikov

FISHERY AS THE HISTORICAL PHENOMENON IN DAILY CULTURE OF THE URAL (YAIK) COSSACK ARMY

In article features of economy of the Ural Cossack army are shown in general, questions of specificity of a climate and a geographical position, and also the features of system of local fishery caused by these factors are taken up. Besides, fishery is shown not only as economic branch, but also as the major element of culture Yaik (Ural) Cossacks.

The Ural Cossack army, army economic board, army rules of fisheries, the Cossack estate, the Cossack economy

Побережье Урала (Яика) в его нижнем и среднем течении осваивалось казаками постепенно; там в конце XVI и в XVII столетиях периодически возникали укрепленные городки. Поэтому важной особенностью яицкого казачества было то, что до середины XVIII века оно было наиболее удаленным от Москвы и Центральной России. Казачьи войска, возникшие позже на востоке России (от Оренбургского до Уссурийского), были образованы в соответствии с правительственными решениями, а потому они всегда были оплотом царя и правительства. Сформированные из переселенцев, солдат и «повёрстанных» в казаки крестьян, они не знали ни антиправительственных выступлений, ни оппозиционных настроений в отношении власти. Яицкое войско таковым не являлось. Возникшее в XVI веке из «пассионариев», оно «родилось» не по воле государственной власти, а вопреки ей. Яицкое (уральское) казачество, как и донское, поначалу доставляло правительству немало хлопот. Власти пришлось приложить огромные усилия и затратить много времени для того, чтобы превратить яицкое (уральское) казачество в «служилое сословие».

К началу XX века территория Уральского казачьего войска занимала 6,4 млн. десятин земли (примерно 70 тыс. км²) в правобережье Урала в его среднем и, преимущественно, нижнем течении (ныне почти все эти земли находятся в границах Казахстана). Уральское казачье войско существовало с конца XVI по начало XX века, но на раннем этапе своей истории оно носило название «Яицкого войска», поскольку, в соответствии с Высочайшим указом от 15 января 1775 года, Яик был переименован в Урал, а яицкое казачество в уральское. Таким способом императрица Екатерина II (с подачи Г.А. Потёмкина) решила стереть из памяти ненавистное ей слово «Яик», напомилавшее о кровавых событиях пугачёвщины, имевших место в 1773-1774 годах.

Определяющую роль в хозяйственной деятельности любой общности людей играет окружающая их среда, прежде всего природно-климатические условия и географическое положение. На юге граница Уральского казачьего войска доходила 47-й, а на севере – до 52-й параллели, а потому условия для хозяйственной деятельности в районах верхних и нижних станиц значительно отличались. Северные станицы располагались в зоне степей, переходящих местами в лесостепи, тогда как южные станицы находились в полупустынной зоне, переходящей в пустыню. В границах бывшего Уральского казачьего войска Урал принимает в себя ряд сравнительно небольших степных рек: Ембулатовку, Кинделю, Иртек, Илек, Рубежку, Быковку, Елтышевку, Чаган и ряд других, текущих преимущественно в северной части, выше Уральска, со стороны отрогов Общего Сырта. Урал вследствие весеннего таяния снегов и дефицита леса, разливаясь, заливал пологий левый берег на расстоянии нескольких километров. По этой причине все казачьи станицы, кроме Илецкой, располагались на правом берегу Урала. Иногда даже случалось, что вода заливала и правый, крутой берег, поднимаясь на 10 и более метров. После этого на побережье образовывалось множество озёр и ериков. Большинство из них вскоре высыхали, хотя некоторые водоёмы, называемые «реками», по сути, также являются ериками. Это Большой и Малый Узени, Чижа 1-я, Чижа 2-я и Чижа 3-я. Образованию ериков и озёр способствовало и то, что низовье Урала находится в зоне Прикаспийской низменности. Река Кушум, которую нередко ошибочно называют правым притоком Урала, в действительности таковым не является. Эта река не впадает в Урал, а вытекает из него, пополняя свои воды во время разливов, и, пробегаая сотни километров, теряется в пустынной местности. Ниже Уральска река Урал не имеет притоков, зато в самом низовье он распадается на множество рукавов и проток. В западных районах войска располагалось немало озёр: Камыш-Самарские озера, Чижинские разливы, Большой Рыбный Сакрыл и другие. Земли Уральского казачьего войска в значительной степени были заняты степными разливами, песками и солончаками, а потому были мало пригодны для земледелия. Местная флора была представлена преимущественно травянистыми растениями и кустарниками. Среднегодовое количество осадков здесь весьма незначительно, лето нередко выдавалось жарким и засушливым, а зима – холодной, но при этом малоснежной. Лесные массивы практически полностью отсутствовали, а то, что в обиходе называли «рощами», больше походило на заросли крупного кустарника. Дефицит лесов способствовал не только сильным весенним разливам, но и порывистым ветрам, переходящим порой в песчаные бури.

Такая природная среда позволяла заниматься земледелием лишь в северной и, отчасти, в средней части войска. Западная часть с её многочисленными озёрами, разливами и заливными лугами, при крайне низкой плотности населения создавала прекрасные условия для развития овцеводства и коневодства. Южная часть была самой непригодной для развития сельского хозяйства, а потому основным, а зачастую и единственным занятием её жителей было рыболовство. Данный вид промысла в Уральском войске играл особую роль. Богатый рыбой Урал в границах Уральского войска являлся собственностью всей войсковой общины, а потому доступ к его ихтиофауне был закрыт для иногородних лиц. В целом можно сказать, что уральская казачья община сумела рационально распорядиться своими водными ресурсами, создав почти оптимальную систему хозяйствования в не столь богатом ресурсами крае.

Рыболовство стало первым хозяйственным занятием, к которому обращалась яицкая казачья община в перерывах между военными походами. Несколько позже стало распространяться животноводство. Хлебопашество зародилось сравнительно поздно – не ранее конца XVIII века. «К работам – ленивцы, хлеба не пашут, а живут от рыбных доходов, с которых каждый казак до 200 рублёв в год получает, и от множе-

ства скота и лошадей, по имению излишних на сенокосень лугов», – писал о яицких казаках генерал фон-Фрейман вскоре после подавления казачьего восстания 1772 года [20. Д. 505/1. Л. 36 об]. Невзирая на присутствующий в его словах негатив, генерал правильно показал специфику экономического уклада Яицкого войска. В XIX веке роль земледелия начинает возрастать и к середине столетия ситуация становится уже не той, что была полвека назад. Со временем ряд предприимчивых казаков превращается в крупных поставщиков товарного хлеба на общероссийский рынок.

Руководство экономической сферой жизни Уральского войска в пореформенный период и в начале XX века осуществлялось хозяйственным правлением во взаимодействии со съездом выборных. В компетенции правления было регулирование хозяйственных отношений, связанных с различными объектами войсковой собственности [19. Т. 34. С. 884]. Поскольку войско стремилось к недопущению ярко выраженного имущественного расслоения, в нём устанавливались различные нормы, ограничивающие социальную дифференциацию. В частности, определялось максимально допустимое число десятин земли, которое могло быть распаханно одной семьёй. Подобные нормы касались и количества плугов, используемых во время распашки, и количества голов скота, которое казак может бесплатно пасти на войсковой земле. Попытки такой «уравниловки» сформировались не сразу, поначалу они охватывали лишь рыболовную отрасль. Жёстко регламентировалась даже незначительная хозяйственная деятельность. Например, сбор плодов или ягод на общинных угодьях, не говоря уже о рубке деревьев. Не допускалось отчуждение в частную собственность никаких войсковых угодий.

Рыболовство в Уральском войске всегда было основной отраслью казачьего хозяйства. Несмотря на бурное развитие земледелия во второй половине XIX века, «падающее» рыболовство и в начале XX века продолжало оставаться лидирующей отраслью хозяйства Уральского войска. С одной стороны, этот промысел был наиболее традиционным, он представлял собой неотъемлемую часть культуры местного населения. С другой стороны, рыболовством занималось гораздо большее число казаков, чем любыми другими промыслами, а доходы от него в масштабах войска всегда превышали доходы от любого другого вида хозяйственной деятельности.

Рыболовство было распространено не только в Уральском войске, но и в ряде других: Донском, Терском, Астраханском и прочих. Но нигде оно не играло той роли, какую оно играло в Уральском войске. Например, в землях Астраханского войска, несмотря на обилие рыбы в низовье Волге и в её протоках, доходы от рыболовства значительно уступали доходам от земледелия или животноводства. Кроме того, лучшие рыболовные угодья сдавались в аренду иногородним рыбопромышленникам. В водах Терека, а также в Каспийских водах Терского войска вёлся промысел осетровых рыб. Однако их улов в 1893 году почти в 10 раз уступал аналогичным уловам в водах Уральского войска – 23 тысячи пудов против 224. Обычной же рыбы в Уральском войске было выловлено больше в 25 раз – 2536800 пудов против 99998. Общая сумма, оценивающая улов рыбы в Уральском войске за 1893 год, составила 72% от аналогичной суммы для всех казачьих войск, вместе взятых 85% [19. Т. 13. С. 892-893]. Эти данные, приведённые А.А. Суровым, нельзя считать абсолютно точными, но они наглядно свидетельствуют о роли рыболовства в Уральском войске.

В 1889 году в Петербурге проходил съезд рыбопромышленников и рыбопромышленная выставка, где уральское войско представляла делегация во главе с молодым выпускником Санкт-Петербургского университета, уральским казаком Николаем Андреевичем Бородиным, впоследствии – известным российским (а после 1919 года – американским) учёным. Делегация была удостоена золотой медали за «отличного качества рыбные продукты и полную коллекцию рыболовных снастей в образцах и моделях» [15. 1889. № 17]. В 1894 году Бородин занял впервые учреждённую в Уральском войске должность войскового техника рыболовства. Штат его ведомства, а также все его эксперименты финансировались из войсковой казны [12. С. 38]. Сам Бородин свои полномочия охарактеризовал лаконично: «забота об улучшениях в организации уральского рыбного промысла» [19. Т. 34. С. 887]. Под его руководством принимались меры по спасению молоди рыбы, гибнущей после высыхания степных ериков и озёр. Под Гурьевом была открыта рыбозаводная станция, из которой в Урал было выпущено около 10 тысяч искусственно выведенных молодых севрюжек в 1897 и 1898 годах. Опыт по заселению в Урал осетров из Волги оказался неудачным [13. С. 105-106]. В 1897 году были созданы 4 «рыбоводческие станции», занимавшиеся опытами по искусственному разведению осетров, искусственному оплодотворению икры, выведению новых пород осетровых.

В течение многих лет Бородин отстаивал право казаков на установку учуга [15. 1890. №5], вызывавшее большое недовольство у оренбургских властей. Эта бревенчатая (позже – металлическая) решётка периодически устанавливалась между берегами Урала и запирала крупной рыбе ход вверх по течению реки выше Уральска. За уничтожение учуга ратовали и ряд столичных чиновников. Бородин же пытался объяснить им, что подобное действие вызовет расстройство системы уральского рыболовства, служащего главным источником доходов уральского казачества. Учёный и политик, он утверждал, что право на устройство учуга является старинной привилегией уральских казаков, которую они заслужили по праву. Также он был убеждён, что в случае разрушения привычной системы рыболовства рыбный промысел на Урале примет «характер капиталистического предприятия», которое превратит казаков в батраков крупных рыбопромышленников и подорвёт стабильность в обществе.

Рыболовство для уральского казачества было не просто промыслом, но и культурной традицией, освящённой веками. Один из спутников наследника-цесаревича Александра (будущего Александра II), посетившего Уральск в 1837 году, флигель-адъютант его отца – Семён Алексеевич Юрьевич, отметил, что, по его мнению, уральские казаки больше рыбаки, нежели казаки. И он был не так далёк от истины. Река Урал в казачьих песнях, былинах, преданиях, выступала как живое начало, дающее казакам жизнь. Бородин писал: «Как земледелие, питающее большую часть населения России, ... окружается особым поэтическим ореолом, так и рыболовство у уральских казаков представляет собой любимый промысел населения, имеет свою поэзию: почти во всех местных бытовых песнях фигурирует «Яикушка – сын Горынович с золотым доньшком, серебряными краешками», заменяющий здесь «мать сыру-землю»». В.И. Даль, рисуя портрет уральца, замечает, что «серые глаза его загораются каждый раз, когда речь дело коснётся рыбы и рыболовства; брови двигаются, играют, высокий лоб сияет, губы подбираются, ... не дрогнула бы рука приколоть всякого, ... кто осмелился бы напоить скот из Урала» [5. С. 105]. Уральский казак, считает В.И.Даль, «сызмала в мокрой работе по рыбному промыслу, ... Урал – золотое дно, серебряная покрывка, кормит и одевает его, ... это дар божий» [5. С. 101]. Об особом значении рыболовства для уральского казака писал и Н.А. Александров: «У его собратьев на Дону всего вдоволь, а на Урале только и есть, что рыболовство, да у зажиточных ещё овцеводство да табуны лошадей. ... Но, всё-таки, единая добыча, обогащающая иногда казака – золотое дно Урала... Удалось рыболовство – и казак сыт, а иной раз и пьян, и весел» [1. С. 34].

Н.А. Бородин подчёркивал, что Урал – единственная в мире крупная река, в среднем и нижнем течении которой запрещено всякое судоходство [19. Т. 34. С. 864]. Рыболовство, согласно его подсчётам, являлось основным средством к существованию для 40% казачьих семей. Ещё для 30% – это вспомогательное, но довольно важное хозяйственное занятие [4. С. 9]. Даже казаки верхних, земледельческих станиц (Мустаевской, Кирсановской, Рубёжинской), отвечая на вопрос о роде своей деятельности, поставили рыболовство на 1 место, сказав: «Занятие наше – рыболовство и хлебопашество» [18. С. 30].

Бережному отношению казаков к своей главной реке есть много свидетельств. Во время нереста осетровых рыб был запрещён даже колокольный звон в церквах прибрежных станиц и посёлков. «Даже самые переправы через Урал ограничены немногими местами: одним мостом у города Уральска и паромными переправами у города Гурьева, Кулагина и ещё в нескольких местах – и всё это во избежание возможности напугать рыбу», – писал Н.А.Бородин [19. Т. 34. С. 864]. Строжайший запрет на всякий шум неподалёку от берегов Урала герой В.И.Даля объяснял так: «Рыба – тот же зверь, ... шуму и людей боится; уйдёт, а там ищи её» [5. С. 105]. Об открытии судоходства не могло быть и речи. Хотя в 1880 году купцы Ванюшины всё же добились открытия пароходного сообщения с Оренбургом, их маленький пароход сделал лишь 4 рейса, после чего депутаты войскового съезда под давлением казачьей общественности пересмотрели прежнее решение. В итоге купцы понесли ущерб в 5 тысяч рублей, который никем не был возмещён [15. 1881. № 27].

Часть авторов, описывая уральскую систему рыболовства, явно идеализировали её. Были и те, кто подвергал её резкой критике. Причиной идеализации была четкая организация и регламентация рыболовства. Причиной критики – неравные возможности различных категорий казаков по участию в промыслах, дискриминационные меры в отношении иногородних, чрезмерная забота об охране вод. П.-С. Паллас писал, что «главный промысел ... яицких казаков состоит в рыбной ловле, которая нигде в России так хорошо не распоряжена» [11. Ч. 1. С. 422]. Столь ревнивую охрану казаками вод Урала Н.Я. Данилевский считал следствием их предрассудков, которые охарактеризовал как «выдумки, и довольно простоватые, ... что не только всякое судоходство, но даже всякий малейший шум или огонь на берегу Урала пугает рыбу» [6. С. 29]. Чувство недоумения испытал и побывавший у казаков в начале XX века А. Замятин: «Никто не позволит иногороднему ловить рыбу даже удочкой, но в запретное время никто не посмеет поехать по Уралу на лодке. Странное удручающее впечатление производит эта большая красивая река своею мертвенностью на протяжении от Уральска до Гурьева» [8. С. 27]. Критика звучала не только из уст приезжих, но и со страниц местной газеты: «Многие казаки не могут собраться на свои средства ... даже на багренья. Последнее время и на этом рыболовстве появились наемные рабочие из казаков» [15. 1885. № 28]. Н.А. Бородин не без гордости отмечал: «Уральское рыболовство поставлено во многом неизмеримо лучше, чем волжское, каспийское и другие, и не только в техническом и экономическом отношениях, но и с точки зрения биологической, в особенности, по отношению к осетровым» [4. С. 7].

Во 2-й половине XIX столетия всё отчетливее раздаются голоса о том, что уловы неуклонно снижаются и рыболовство утрачивает своё прежнее значение. Казачий писатель Н.Ф.Савичев считал, что «самый старый и важный промысел – рыболовство утрачивает постепенно свое первенствующее значение» и в настоящее время оно уже «не может быть настолько прибыльно, как это бывало в прежнее время» [15. 1872. № 32]. Ещё в середине XIX века И.И.Железнов пытался опровергнуть строки казачьего фольклора о «Яике – золотом дне»: «Теперь он далеко уже не золотое дно; даже не знаю, можно ли назвать его, Яик – медное дно: ...если бы воскресли наши деды и прадеды, они не узнали бы родного своего Яикушку-Горыныча» [7. С. 104]. То же признавали и депутаты войскового съезда [14. С. 799].

Но насколько обоснованы были разговоры о падении уловов? Не были ли они следствием роста численности казачьего населения, вызвавшего сокращение дохода на душу населения? Нет ли тут каких-либо других причин? Данные статистики второй половины XIX-начала XX века хорошо известны. Снижение объёмов вывоза «красной» рыбы и икры действительно имело место, но в отношении «черной» рыбы этого сказать нельзя. Надо отметить, что «красной рыбой» уральские казаки называли рыбу осетровых пород, «чёрной рыбой» – всю остальную рыбу. Вывоз «чёрной рыбы» отличался нестабильностью показателей из года в год, но обнаружить кризисные тенденции нельзя. Вероятно, образованная часть казачества умышленно поддерживала миф о падении уловов в целях сохранения запретов, а также для обоснования отказов от расширения общины за счёт приёма иногородних. Менее образованная часть, видимо, думала по-другому. Конечно же, численный рост казачьей общины (в течение XIX века в 4 раза) не мог не привести к снижению уловов на душу населения. Количество рыбы, используемой для собственного потребления, – величина относительно стабильная для каждого казачьего хозяйства. Следовательно, доля рыбы, остающейся в границах войска, постоянно росла. На продажу же шли своего рода «излишки». В то же время количество рыбы, идущей на продажу за пределы войска, не могло увеличиваться пропорционально росту его народонаселения. Поэтому доходы от продажи рыбы в пересчёте на одно казачье хозяйство постепенно снижались. Соответственно, снижались и возможности приобретения необходимых товаров на деньги, вырученные от продажи рыбы. Для простого казака, мало знакомого с вопросами экономики и статистики, вывод был очевиден – уловы падают, Яик не хочет давать рыбу!

Подавляющее большинство очевидцев свидетельствовало о строгом порядке и дисциплине при организации лова. В 1881 году была введена уголовная ответственность за нарушения в сфере использования войсковых вод. Инициатива исходила от простого казачества, поддержанного войсковым руководством. В итоге наказание за потаенный (незаконный) лов было установлено в виде лишения свободы на срок от 2 недель до 6 месяцев, а повторное правонарушение – до 1 года. Кроме того, в 1893 году Войсковое правление (председатель Сергей Евлампьевич Толстов) приняло постановление «О борьбе с потаённым рыболовством». В соответствии с постановлением, нарушителей выселяли в станицы, не прилегающие к побережью. Охрана речных вод входила в компетенцию поселковых атаманов. Больше всего в XIX веке уральцев беспокоили нарушения границ войсковых вод на Каспии астраханцами. Охрана морских вод требовала более пристального внимания. «В прежние времена этот надзор обеспечивался нарядом сотни казаков на «взморье» с офицером во главе, впоследствии были сооружены маячные суда», – свидетельствует Н.А. Бородин. Эти суда представляли собой лодки, плававшие по границам войсковых вод, на которых несла дежурство «охранная команда». Суда, охранявшие воды, были собственностью войска и строились на его средства. К началу XX века общая численность команды, как и в прежние годы, определялась сотней казаков, во главе которых стояли «смотритель вод» и 3 его помощника. Команда размещалась на прибрежных постах, островах, устьях Урала. К началу XX века охрана вод ежегодно требовала примерно 30 тысяч рублей, и, по мнению Бородина, «дело было поставлено образцово» [19. Т. 34. С. 886].

Что же представляла собой система уральского рыболовства? Несмотря на то, что она сложилась уже в XVIII веке, ни место, ни время промыслов формально нигде не фиксировались. С XIX века стали ежегодно издаваться правила ведения рыболовства. Издавались они войсковой канцелярией, позже – хозяйственным правлением. Н.А. Бородин считал, что целью их создания было стремление к равным возможностям для всех казаков: «Для того чтобы по возможности каждый общинник имел одинаковые шансы на улов, были установлены общие для всех казаков правила рыболовства с точным определением места, времени и орудий ловли и устройением найма работников» [19. Т. 34. С. 886]. Попытка самостоятельной организации лова на станичном уровне могла привести к расстройству всей рыболовной системы в войске, поэтому запрет на любые самостоятельные действия на местах был вполне оправдан. Уральское рыболовство было единой системой, все части которой были органически связаны. После занятия Бородиным должности техника рыболовств все постановления были сведены в единые «Правила производства рыболовств в Уральском казачьем войске». Периодически они дополнялись. Уточнялись размеры снастей, способы их установки, порядок регистрации участников лова и осмотра снастей [13. С. 66].

Уральское войско, поставлявшее на российский рынок мясо и икру осетровых рыб, было монополистом в этом секторе экономики. Каждый рыболовный промысел был приурочен ко времени достижения максимума цены на его продукцию, а сезонные цены на рыбопродукты колебались в широких пределах. Но не только ценовой фактор обуславливал регламентацию видов лова по сезонам. Было также установлено, что рыба осетровых пород «ежегодно делает правильные периодические путешествия на пресную воду в устья Урала: весной – с целью выметать икру и вернуться обратно в море, осенью – на зимний отдых, для которого рыба размещается по глубоким местам Урала и находится в особом состоянии оцепенения» [19. Т. 34. С. 886]. Также подопечные Бородина пришли к неизвестному дотолу выводу – осетровые рыбы способны размножаться только в пресной воде [13. С. 106].

В соответствии с правилами, уральские рыболовства подразделялись по разным критериям: по месту (морские и речные) и времени (весенние, осенние, зимние), а также по степени их значимости. Часть второстепенных промыслов назвались свободными, если для их проведения не требовалось назначать ры-

боловного атамана. Как основные, так и второстепенные рыболовства могли проводиться одновременно. Таким образом, один и тот же казак не мог в течение года поучаствовать сразу во всех промыслах.

Открытие рыболовного сезона начиналось с «осеннего курхая» на Каспии. Через месяц на Урале начиналась «плавня», завершавшаяся одновременно с курхаем. Параллельно проводилось осеннее «узенское» рыболовство. Зимний сезон открывался «багрением». Начиналось оно с установлением прочного льда и занимало 2-3 недели. На «разбагрённых водах» продолжался лов «режаками», «сижами», «неводами», «блёснами». Одновременно с багрением проводилось «черхальское» рыболовство. Чуть позже в устье Урала велось «зимнее неводное», а на Каспии – «аханное» рыболовство. К середине марта на всём протяжении Урала, где производилось багрение, все виды рыболовств прекращались. В местах проведения осенней плавни лов прекращался неделей раньше. Весной, после установления тёплой погоды, проводились «севрюги». Летом рыболовство запрещалось.

«Севрюги» – весенний вид лова, предусматривавший только лов севрюг специальными сетями. Проходил он в низовье Урала. Его участники съезжались к указанному месту на «одрах» (специальных телегах). Сигналом к началу лова служил выстрел из пушки («удар»), после чего участники, хватая будары, бросались в воду, стремясь быстрее пробиться в первые ряды «плавленного войска». Глазами своего героя В.И. Даль увидел начало промысла так: «Тысячи три, не считая работников, привезли на подводах каждый бударку свою, ярюги, ...стали на первом плавленном рубеже и ждут пушки» [5. С. 100]. По мере продвижения «плавленного войска» начинался лов в проходимых им прибрежных поселках. Таким образом, существовал «подвижный» и «неподвижный» вид лова [3. С. 13-15]. При «севрюгах», как и при других рыбных промыслах, казаки разбивались на артели, насчитывавшие от нескольких человек до нескольких десятков человек. Время «севрюг» зависело от погодных условий. В разные годы начало «севрюг» колебалось между серединой апреля и началом июня. Вес выловленной рыбы, указываемый в отчётах, был приблизителен, поскольку её учёт вёлся в штуках [15. 1867. № 11].

До конца августа рыболовство ниже учуга и на Каспии было запрещено. Осенью в низовье Урала начиналась «плавня», в ходе которой вылавливалась рыба, готовящаяся к спячке. Для ее удержания в определенных границах заранее ставились сетевые заграждения – «рубежи». Как и на севрюгах, происходили гонки будар, стремящихся первыми «поспеть к ятови» [2. С. 421]. Царящий при этом настрой В.И. Даль описал так: «Толкотня на воде, как в самой жаркой рукопашной свалке – ...вот все потонут, все друг друга замнут и затопят – ничего не бывало: все разойдутся живы-здоровы» [5. С. 103].

«Курхай» – вид лова на Каспии, названный в честь одноимённого залива. Такое же название имели и применявшиеся при этом сети. На каспийских промыслах работниками были в основном казахи (которых вплоть до 1925 года именовали «киргизами»). Казак Климов описал восторг своих работников, выехавших на переборку сетей: «Ой, кандай! Балык коп, баранда чакур!» [15. 1867. № 27]. Но радоваться приходилось не всегда – случаи гибели работников были не так уж и редки [15. 1867. № 23]. Служилые казаки на курхае могли выставлять по 15 сетей, малолетки и отставные – по 9. Участникам лова было позволено объединяться в «артель», а общее число сетей артели ограничивалось сотней. Были и «номинальные» артельщики, которые, ввиду бедности и неимения необходимого снаряжения в лове не участвовали, но вписывались в артели за определённую плату [15. 1867. № 12].

«Аханы» также проводились на Каспии, но уже в зимнее время, когда часть осетров, не ушедшая на спячку в реки, располагалась в морских ятовях. «В 1770-х годах ...не знали и аханного рыболовства, тогда родной Яикушка-Горыныч был битком набит осетрами», – писал И.И. Железнов, связавший появление «аханов» с упадком промыслов в Урале [7. С. 8]. Большинство участников этого лова также составляли «работники-киргизы». Для проведения «аханов» требовалась артель в 10-20 человек, несколько лошадей, повозки, снасти, продукты питания, войлок и прочее снаряжение. Ввиду больших затрат на снаряжение артели, число «аханщиков» было незначительным. Обычно это были зажиточные гурьевские казаки. Данный вид лова считался наиболее сложным и опасным. Отъехав примерно на 50 вёрст от берега, аханщики разбивали «кошар» (палатку наподобие юрты), где настилали камышовый пол и разводили огонь. Устанавливали «куры» (войлочный забор для защиты от ветра). В образованном дворе становились на привязь лошади. Казачья артель могла выставить 50 сетей, офицерская – 100, генеральская – 150. Каждая из артелей удалялась от соседней далеко за предел прямой видимости. Иногда быстрое потепление требовало закончить лов раньше, чем планировалось. Во избежание убытков казаки не спешили уходить и часто оказывались на плавающей льдине, лишившись и снаряжения, и улова, а порой и жизни. Обычно уловы были богатые, что снижало количество осетров, заходивших в Урал. Поэтому данный вид лова, возникший в начале XIX века, к концу того же века был запрещён по настоянию Н.А. Бородина. Чуть позже, во избежание конфликта, его восстановили, несколько изменив правила лова и используемые при этом снасти.

«Багренье» было одним из наиболее ранних видов промыслов, но самым излюбленным среди них. Каждый вечер после завершения лова, фактически начинался особый местный праздник, сопровождавшийся песнями и застольем (со свежесловленными осетрами и свежесолённой икрой). Багрение проводилось накануне Рождества, чтобы к этому времени на Урале окреп лёд, а к праздничным дням была свежая рыба, икра и деньги, вырученные от их продажи, которая происходила на месте лова. Ещё осенью разведы-

вались «ятови» (от тюркского «ятау» – лежбище) – места, где осетры залегали на дно для зимней спячки, на которых устанавливались заграждения, а с началом багренья ятови поочерёдно «вскрывались». Первая ятовь находилась возле Уральска, последняя – в районе Калёного или Антоновского посёлка. В каждом из домов очередного посёлка, расположенного вблизи ятови собирались до нескольких десятков человек. Каждое утро на льду новой ятови вырастал лес багров, «подбагреников» и «водышков» («багрённые» приспособления). Багры и подбагреники упирались в дно крест-накрест («вставляли на крест») после чего разбуженная рыба начинала метаться, а казаки натренированными движениями начинали её подцеплять крюками. Г.Т. Хохлов, живший в Ранневском посёлке (примерно на 100 верст выше Уральска, вдали от района багренья), также регулярно участвовал в данном промысле: «Этот промысел на Урале чуть ли не поголовный: начиная от 5 до 80 лет, всех везут на первый день багрить рыбу» [17. С. 78]. Продажа рыбы велась уже на берегу. Бородин писал: «Везде от Уральска до Гурьева после начала лова начинается торговля: рыба, другие товары... Купцы – казаки и неказаки, местные и приезжие» [2. С. 428]. Первая ятовь называлась «царской», а улов первого дня – «царским кусом», поскольку пойманная в этот день рыба отправлялась царскому двору «в презент». Бородин указывал: «В настоящее время ежегодно, в половине декабря, к Высочайшему двору отправляется презент в сопровождении штаб-офицера и нескольких нижних чинов» [19. Т. 31. С. 421]. Однако сроки багренья могли быть различными в зависимости от погоды и времени установления твёрдого льда. Традиция отправлять «презент», зародившаяся в царствование Михаила Фёдоровича, сохранялась до XX века. Презент отправляли вместе с «зимовой станицей» из отличившихся казаков.

Среди второстепенных рыболовств «свободными» считались любые виды зимнего и весеннего лова неводами и сетями в старицах Урала и в любых неуральных («чёрных») водах. К рыболовствам, требующим наблюдения «рыболовных атаманов», принадлежат ловли рыбы в реке Большом Узене и в озере Черхал. Узенское рыболовство представляло собой определённую систему, в которую, кроме Большого Узеня, были также включены Камыш-Самарские озёра и озеро Большой Рыбный Сакрыл, располагавшиеся в непосредственной близости. Узенское рыболовство производилось «волокушами» и «неводами». Волокуши достигали в длину 300–400 сажен. Вследствие обмеления степных рек правобережья Урала к концу XIX века значение узенских рыболовств упало. Более того, иногда в указанных реках вода вымерзала до дна, и рыба гибла массами. Но и к XX веку узенский промысел ещё не исчез, принося казакам от 7 до 16 тысяч пудов рыбы [19. Т. 34. С. 614]. Ещё более удачными были уловы в озере Большой Рыбный Сакрыл, о чём свидетельствует его название. Для небогатой части казачества, жившего на «внутренней линии» (Сламининская, Глиненская, Кармановская станицы) эти уловы составляли главную статью доходов. Большая часть узенского улова (и других уловов «основных» промыслов) шла на продажу за пределы войска. Ввиду отсутствия железнодорожного сообщения рыба вывозилась гужевым способом в Новоузенск и Саратов, а оттуда – в Пензенскую губернию.

Число казаков, участвовавших в тех или иных видах лова, существенно различалось. Периодические изменения численности участников каждого из видов лова объясняются различными факторами. Тем не менее, можно сказать, что самыми массовыми рыболовными промыслами у уральцев были багренье и осенняя плавня. Узенские и черхальские промыслы, равно как и аханы, не отличались многолюдностью.

К началу XX века рыба с промыслов откупалась десятью-двенадцатью рыборотговцами и через рыбopoшлинную контору вывозилась за пределы войска. Данные о выручке казаков за проданную за пределы войска рыбу подтверждают ранее сделанный вывод о лидирующей роли рыболовства в экономике войска. В общем «торговом обороте» войска за 1902 год (свыше 19 миллионов рублей) выручка от продажи рыбы составляла около 37% – примерно в 1,5 раза больше, чем от продажи скота и в 3,5 раза больше, чем от продажи хлеба [10. С. 12].

Подводя итог значению рыболовства в войске, можно утверждать следующее.

Уральское войско было единственным казачьим войском России, где рыболовство играло главную роль в экономике края. По всем показателям этот промысел оставлял позади любую отрасль сельского хозяйства, не говоря о промышленности края, находившейся в зачаточном состоянии. И хотя к началу XX века рыболовство в значительной степени утратило свои прежние позиции, оно всё ещё продолжало оставаться самой доходной отраслью войсковой экономики.

Особая роль, которую рыболовство играло в экономике края, была обусловлена не только спецификой его природной среды, но и монополизмом уральского казачества на владение рекой Уралом (и использованием её ресурсами) в пределах войсковых границ.

Уральское казачье войско создало уникальнейшую систему сезонных видов лова рыбы в войсковых водах, не имевшую аналогов не только в России, но и в мире.

В войске была создана эффективная система охраны вод от браконьеров, имелся установленный штат сотрудников и специально предназначенные для этого суда.

Важную роль играло и учреждение специальной службы, в компетенции которой находилось проведение экспериментов по выведению новых пород рыбы, спасение молоди рыбы в экстренных случаях, исследование местной ихтиофауны, сбор и анализ статистических данных об уловах рыбы и ценах на неё,

пропаганда передового опыта в области рыболовства и прочее. Все указанные службы содержались исключительно за счёт войсковых средств.

Невзирая на всё сказанное выше, к началу XX века в Уральском войске всерьёз заговорили о грядущем кризисе местного рыболовства. Если во второй половине XVIII века рыболовство было практически единственным видом хозяйственной деятельности местного казачества, то, спустя столетие, ситуация кардинально изменилась. С одной стороны, рыболовству становилось всё сложнее удовлетворять материальные потребности растущего казачьего населения. С другой стороны, развитие капитализма в России создавало новую систему производственных отношений и не могло не коснуться и казачьих окраин. Миграция из рыболовных станиц юга в земледельческие станицы севера росла год от года.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александров Н.А. Казаки: донцы и уральцы / Н.А. Александров. М., 1899.
2. Бородин Н.А. Уральское казачье войско / Н.А. Бородин. Уральск, 1891.
3. Бородин Н.А. Уральские казаки и их рыболовства / Н.А. Бородин. СПб., 1901.
4. Бородин Н.А. В защиту Уральского рыболовства / Н.А. Бородин. СПб., 1910.
5. Даль В.И. Уральский казак / В.И. Даль // Избранные произв. В.И. Даля. М., 1983.
6. Данилевский Н.Я. Описание уральского рыболовства / Н.Я. Данилевский // Исследование о состоянии рыболовства в России. Т. III. СПб., 1860.
7. Железнов И.И. Василий Струняшев: роман из казачьей жизни / И.И. Железнов. СПб., 1910.
8. Замятин А. Уральская область / А. Замятин. Уральск, 1913.
9. Караулов М.А. Материалы для этнографии Терской области / М.А. Караулов. СПб., 1902.
10. Обзор Уральской области за 1902 год. Уральск, 1903.
11. Паллас П.-С. Путешествия по различным провинциям Российской империи / П.-С. Паллас. СПб., 1809.
12. Памятная книжка и адрес-календарь Уральской области на 1898 год.
13. Памятная книжка и адрес-календарь Уральской области на 1900 год
14. Сборник протоколов съездов выборных от станиц Уральского казачьего войска за 25 лет (1875-1899). Уральск, 1900.
15. Уральские войсковые ведомости (газета).
16. Хорошхин М.П. Военно-статистическое обозрение казачьих войск / М.П. Хорошхин. СПб., 1881.
17. Хохлов Г.Т. Путешествие уральских казаков вокруг света в 1898 году / Г.Т. Хохлов. СПб., 1903.
18. Хохлов Г.Т. Путешествие уральских казаков в «Беловодское царство» / Г.Т. Хохлов. СПб., 1903.
19. Энциклопедический словарь Ф.Брокгауза – И. Ефрона.

Архивные документы

20. Российский государственный архив древних актов. (РГАДА) Фонд № 6 (государственные преступления).
21. Государственный архив Оренбургской области (ГАОО) Фонд № 6 (канцелярия оренбургского губернатора). Опись № 10 (пограничная комиссия).

Дубовиков Александр Маратович –
доктор исторических наук, профессор кафедры
«Отечественная история и правоведение»
Поволжского государственного университета
сервиса, г. Тольятти

Aleksandr M. Dubovikov –
Dr. Sc., Professor
Department of National History and Law
Volga Region State University of Services, Tolyatti

Статья поступила в редакцию 11.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 338.48-6:2

В.Н. Якунин

РАЗВИТИЕ РЕЛИГИОЗНОГО ТУРИЗМА КАК СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ЧАСТИ ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Дается классификация религиозного туризма, анализируется стратегия его развития, исследуется мотивация религиозных туристов и паломников, разработана система программных мероприятий, которая позволит сформировать новый туристский продукт, отвечающий потребностям и возможностям нашей страны, а также основным тенденциям развития религиозного туризма и сохранения историко-культурного наследия.

Религиозный туризм, паломничество, церкви, монастыри

V.N. Yakunin

DEVELOPMENT OF RELIGIOUS TOURISM AS THE COMPONENT PART OF CONTEMPORARY HISTORICAL AND CULTURAL HERITAGE

We give a classification of religious tourism, analyze the strategy of its development, examine the motivation of religious tourists and pilgrims, and develop a system of program activities which might create a new tourism product meeting the needs and possibilities in our country, as well as the major trends in the development of religious tourism and preservation of historical and cultural heritage.

Religious tourism, pilgrimages, churches and monasteries

Российский регион – это регион, в котором сосредоточены уникальные памятники религии, истории и культуры. Это делает Россию зоной, благоприятной для развития такого направления как религиозный туризм. У населения растет потребность в духовных ценностях, усиливается интерес к памятникам религиозной культуры, жизни церкви, в частности монастырей, ставших важными центрами духовного возрождения. Религия, все глубже проникая в общественные отношения, открывает новые горизонты для туристских обменов.

В учебном пособии Т.Т. Христова «Религиозный туризм» рассказывается о святых местах и религиозных центрах. Дано краткое описание существующих религий. Теоретический материал в книге сочетается с вопросами организации туристских поездок. Рассмотрены особенности работы ряда российских турфирм по организации религиозного туризма [5]. Вопросы религиозного туризма и паломничества, их правовое регулирование, анализ современного состояния, стратегия развития рассматриваются в трудах патриарха Кирилла [3], епископа Марка, М.Б. Биржакова [1] и др.

Для специалистов туристской отрасли чрезвычайно важно не только владеть навыками практической организации поездок туристов, но и иметь четкое представление о том, что такое религия, какие мотивы побуждают людей отправиться в паломничество или на экскурсию по святым местам. Эти знания помогут им лучше осознавать потребности туристов при создании и продвижении турпродукта, выделять целевые сегменты рынка и т.д. Им необходимо также знание географии религиозных центров, поскольку именно они служат объектами привлечения в данном виде туризма.

Соборы, мечети, культовые музеи и духовные центры – это туристские объекты, которые пользуются все возрастающим спросом, то есть религиозный туризм в буквальном смысле слова становится частью современной индустрии туризма. Памятники религии, истории и культуры представляют существенную мотивацию посещения того или иного региона или города. Многие религиозные памятники являются объектами туристского показа и находятся под охраной государства. Развитие общемирового интереса к религиозному туризму не обошло и Россию. В нашей стране наблюдается процесс становления туристских фирм по организации религиозных паломнических туров, а также некоторых паломнических служб, организованных при монастырях, церквях и других религиозных организациях. За последнее десятилетие в России значительно увеличилось количество туристов, совершающих паломничество к святыням России, а также направляющихся за границу с религиозно-познавательными целями.

Туристом, путешествующим с религиозными целями, является человек, выезжающий за пределы обычной среды на срок не более года для посещения святых мест и центров религий. Под религиозным туризмом следует понимать виды деятельности, связанные с предоставлением услуг и удовлетворением потребностей туристов, направляющихся к святым местам и религиозным центрам, находящимся за пределами обычной для них среды.

Религиозный туризм – это самостоятельный вид туризма. У него, как и у других его видов, есть свои разновидности: паломнический туризм и религиозный туризм экскурсионной направленности.

Само понятие паломнического туризма – поездок к религиозным святыням – отрицается очень многими из тех, кто занимается его организацией: для них «паломничество» и «туризм» – понятия различные, иногда даже взаимоисключающие. Из этих соображений используется термин аналогичного содержания – религиозный туризм или туризм по местам нахождения религиозных святынь.

Понятия «религиозный туризм» и «паломничество» нельзя смешивать, как это делают многие современные исследователи. Паломничество к «святым местам» – это, пожалуй, самая древняя форма туризма, известная ещё с древнеегипетских времён. Религиозная мотивация уже тогда оказывала существенное влияние на «туристские потоки». Поэтому история религиозного туризма уходит корнями в века.

Религиозные туристы, и в первую очередь паломники, пускаются в путешествие, когда у них возникает потребность совершить нечто большее, чем обычные культовые действия в условиях обычной среды их проживания. Люди отправляются в поездки по святым местам с разными мотивами: помолиться, решить

личные проблемы, найти себе подходящую религию, духовную школу и систему ценностей, ознакомиться с культурным наследием страны.

Туристы-экскурсанты пользуются услугами индустрии туризма: секторов транспортных перевозок, размещения и питания, развлечений, а также туроператоров и турагентов, реализующих туристский продукт. Паломники во многих случаях пользуются и другими услугами: живут и питаются при храмах, монастырях, иногда добираются до пунктов назначения средствами транспорта, предоставляемыми этими организациями. Паломники также могут выполнять определенную работу в виде послушания, служения; иногда такая работа бывает обязательна для них.

Туристская поездка имеет в своей основе мотивацию, которая является одним из важнейших факторов принятия решения о путешествии и выбора туристского продукта и его составных элементов. Мотивация выбора туристского путешествия (время, продолжительность, направление, вид, затраты, характер деятельности) – важнейшая характеристика, влияющая на поведенческие инициативы туриста при выборе, приобретении и свершении тура.

Мотивы человека в определенной степени формируют его поведение в качестве покупателя и потребителя товаров и услуг, особенно в туризме. Понимание мотивов потенциального клиента имеет огромное значение при планировании, формировании и организации процесса реализации туристского продукта. Оно позволяет обеспечивать соответствие спроса и предложения и, как результат, повышение конкурентоспособности предприятия за счет удовлетворения потребностей туриста в конкретном туристском продукте.

Объектами привлечения религиозных туристов являются святые места и центры религий. Поездки туда могут быть обусловлены культовыми актами, праздниками, фестивалями, проходящими в определенное время года. С учетом того, что в религиозных поездках принимают участие как верующие, так и светские лица, цели религиозного путешествия можно классифицировать следующим образом:

1. Празднование культовых обрядов (в таких мероприятиях могут участвовать паломники с религиозными целями и туристы как зрители).
2. Самосовершенствование и утверждение духовного состояния (данная мотивация в религиозном туризме присуща как паломникам, так и обыкновенным туристам). Этот мотив связан с духовным совершенствованием.
3. Повышение собственного статуса в религиозной общине (мотив поездки относится только к церковным людям).
4. Поклонение святому месту, храму, мощам, получение исцеления духовного и физического (устремление только верующих, паломников).
5. Познание духовного «нового», получение заряда духовной энергии (мотивация принадлежит и верующим, и светским туристам).
6. Чисто светские мотивы: любознательность, получение эстетического удовольствия от архитектуры, живописи, иконописи, церковного песнопения.

Люди, отправляясь в религиозные поездки как паломники или как обыкновенные туристы, невольно переносятся из мира реальности в мир добра и красоты религиозных обителей. Светские люди устремляются к святыням, чтобы увидеть неповторимый архитектурный облик культовых сооружений, их монументальность и изящество, услышать колокольный звон, разливающийся по всем окрестностям. Из бывших развалин появляются не только религиозные памятники – великая красота возвращается в мир, красота, воплощенная не только в камне, но главное – в душах людей. Кроме того, при посещении святых мест огромную роль играют природное окружение и исторический ландшафт местности.

Все это создает особую ауру православной обители. Недаром для храма всегда выбиралось самое красивое место в окружающем ландшафте. Православные святыни становились доминантой пейзажей и одновременно его организующей частью. Такие известные монастыри, как Саввино-Сторожевский, Ново-ерусалимский, Высоцкий, Владычный и другие, располагаются на вершинах высоких холмов или крутых берегах рек. Оттуда открываются прекрасные виды на окрестности, а храмы как бы сливаются воедино с небесами. Не зря большинство храмов строилось именно на возвышенной местности, что во многом определяло ощущение воссоединения человеческого духа с Всевышним, гармонию человека с природой. С другой стороны, если у светского человека церковные купола вызывают просто эстетическое восхищение, то паломникам внушается мысль о доминирующем господстве Бога над человеком.

Под влиянием урбанизации многие храмы потеряли свое первоначальное, естественное окружение и зачастую оказываются задавленными городской застройкой. Конечно, по возможности этого надо избежать. Культовые сооружения должны быть ограждены от «визуального загрязнения» города.

Таким образом, актуальность и практическая значимость мотивационных аспектов в религиозном туризме очевидны. Понимание, знание и использование туристских мотивов в путешествии с религиозными целями могут стать залогом успешного продвижения и популяризации данного туристского направления. Только выявив мотивы религиозного путешествия, туристические организации могут вырабатывать эффективные приемы, способствующие привлечению клиента и приданию ему статуса постоянного, что, в конечном итоге, прямым или косвенным образом может повлиять на характер и объем спроса и сбыта.

При международных поездках туристам следует пройти таможенные, валютные, визовые и другие формальности. На российском рынке туризма уже сформировались фирмы, занимающиеся практической организацией поездок паломников и экскурсантов и специализирующиеся на предоставлении услуг в области религиозного туризма.

Религиозный туризм можно классифицировать по следующим типам:

- внутренний туризм – путешествия жителей страны в пределах страны;
- внутренний местный туризм – путешествия жителей какого-либо региона по этому региону;
- въездной туризм – путешествия по какой-либо стране лиц, не являющихся ее жителями;
- выездной туризм – путешествия жителей какой-либо страны в другую страну.

Эти типы туризма могут по-разному сочетаться, образуя категории туризма, которые относятся не только к какой-либо стране, но и к региону; термин «регион» – к какому-то району в пределах какой-либо страны либо к группе стран. Определение «туризм в пределах страны» охватывает внутренний и въездной туризм.

Проблематика классификации религиозного туризма является неразработанной. В источниках по туристскому бизнесу понятие «религиозный туризм» заменяют понятием «паломничество», экскурсии с религиозной тематикой не отличаются от религиозных путешествий.

В.С. Сенин в своем учебном пособии «Организация международного туризма» считает, что религиозный туризм имеет три формы:

- 1) туры с целью паломничества,
- 2) экскурсионные туры по религиозной тематике,
- 3) специализированные туры, в которых объединяются паломники и экскурсанты [4].

Исходя из вышеизложенного, с исследователем можно согласиться, если считать, что:

- 1) туры с целью паломничества являются обязательно дальними путешествиями, в которые отправляются только верующие, и где экскурсии с познавательной целью вообще не предлагаются,
- 2) экскурсионные туры составляются только для туристов, при этом экскурсия должна являться составляющей как длительного путешествия, так и короткого пребывания в поездке.

Учитывая, что классифицировать религиозные туры можно по тем же признакам, что и другие туристические маршруты и в связи с этим основываясь на традиционной классификации туров, мы предлагаем следующую классификацию религиозного туризма.

Итак, религиозный туризм можно классифицировать:

- 1) по мировым религиозным конфессиям,
- 2) по продолжительности,
- 3) по составу участников (соответственно по мотивационным аспектам поездки).

Для создания благоприятных условий развития религиозного туризма должны быть поставлены следующие задачи:

- формирование механизма управления развитием туристской отрасли,
- формирование нормативно-правовой базы религиозного туризма в целях стимулирования отрасли и привлечения в отрасль инвестиций,
- стимулирование развития предпринимательства в сфере религиозного туризма,
- стимулирование развития материальной базы туристской отрасли путем привлечения российских и иностранных инвестиций для реконструкции, поддержания технического состояния памятников культурной архитектуры как объектов религиозного туризма, создания новых средств размещения,
- создание условий для развития туристских зон в регионах России на основе соглашений в области туризма,
- гармонизация социальной и общественной жизни, возрождение интереса к родной стране, решение вопросов сохранения историко-культурного наследия и защита окружающей среды,
- создание системы информационного обеспечения туристов, внедрение комплексной компьютерной и информационной системы,
- проведение активной рекламно-информационной деятельности, направленной на формирование туристского имиджа России и развитие интереса к религиозным и культурным ценностям различных конфессий,
- совершенствование системы образования и профессиональной подготовки кадров для сферы религиозного туризма.

Система программных мероприятий

Для достижения поставленных задач разработана система программных мероприятий. Система программных мероприятий включает разделы, разработка которых позволит получить инструмент, позволяющий сформировать новый туристский продукт, отвечающий потребностям и возможностям нашей страны, а также основным тенденциям развития религиозного туризма. Система программных мероприятий разбита на несколько разделов, объединяющих схожие по своей направленности мероприятия:

- 1) Организация управления развитием религиозного туризма.

- 2) Разработка конкурентоспособного туристского продукта.
- 3) Рекламно-информационная деятельность.
- 4) Подготовка специалистов и научное обеспечение туристской деятельности.

1. Организация управления развитием религиозного туризма

Мероприятия данного раздела направлены на:

- создание управленческой системы для координации всех прямых и косвенных усилий по развитию религиозного туризма в России,
- совершенствование нормативно-правовой базы, регулирующей и стимулирующей деятельность организаций, деятельность которых способствует развитию религиозного туризма,
- выделение и развитие туристско-рекреационных зон, имеющих особое значение для развития религиозного туризма.

Организация управления деятельностью в сфере религиозного туризма осуществляется через развитие управленческих структур и совершенствование правовых и организационных условий.

Механизм реализации блока «Организация управления развитием религиозного туризма» включает комплекс следующих мероприятий:

2. Разработка предложений по стимулированию развития религиозного туризма и привлечение в сферу туризма частных инвестиций через введение налоговых льгот:

- разработка и внесение предложений по предоставлению льгот для турфирм, основным направлением деятельности которых является развитие въездного, религиозного внутреннего туризма,
- разработка системы предоставления льгот для предпринимателей, работающих в сфере религиозного туризма и реинвестирующих собственные средства в развитие туристской инфраструктуры (строительство гостиниц, приобретение транспорта и специального оборудования и т.д.),
- разработка предложений по освобождению организаций от уплаты налога на рекламу объектов религиозно-культурной значимости.

2. Создание специализированного структурного подразделения при исполнительных органах власти по управлению развитием религиозного туризма.

3. Разработка Положения «О статусе туристско-рекреационных зон России», нормативно защищающего те районы и области, которые используются преимущественно в интересах развития религиозного туризма.

4. Разработка комитетом по связям с религиозными организациями совместно с другими заинтересованными предприятиями, организациями и учреждениями программы туризма по местам религиозных святынь, в т.ч. маршруты въездного и внутреннего туризма.

5. Поддержка предложения ГАО «Москва» об использовании модели накопительного страхования для оплаты в рассрочку поездок в сфере туризма по местам религиозных святынь.

6. Предоставление малообеспеченным россиянам муниципальных ссуд на частичную оплату поездок по линии туризма по местам религиозных святынь с обеспечением возвратности через механизм накопительного страхования.

7. Согласование привлечения добровольных пожертвований коммерческих структур, предпринимателей и других российских и зарубежных граждан, заинтересованных в развитии туризма по местам религиозных святынь.

8. Осуществление государственного протекционизма, в том числе направления бюджетных средств на реконструкцию приемной базы и развитие инфраструктуры и материальной базы религиозного туризма.

9. Реализация активного сотрудничества с туристскими администрациями регионов России, которые в первую очередь заинтересованы в продвижении местного турпродукта.

2. Разработка и продвижение религиозного туристского продукта.

Мероприятия данного раздела направлены на:

- формирование объектов и процессов, привлекательных для туристов,
- достижение приоритета туризма по местам религиозных святынь.
- При разработке мероприятий данного раздела должны приниматься следующие условия и ограничения:
 - необходимость получения положительного результата при условии экономии бюджетных средств,
 - необходимость получения качественно нового и конкурентоспособного туристского продукта, учитывая потребности современных туристов,
 - необходимость вовлечения творческого потенциала общественности в процесс разработки туристского продукта. Этим обусловлен преимущественно конкурсный способ получения требуемого туристского продукта.

Механизм реализации программного блока «Разработка и продвижение религиозного туристского продукта» включает комплекс следующих мероприятий:

1. Проведение конкурса на лучшие туристские маршруты религиозной тематики по российским регионам.
2. Разработка и согласование межрегиональной схемы развития религиозного туризма.
3. Проведение конкурсного отбора отечественных туристских фирм, включающихся в проект по реализации развития религиозного туризма.
4. Проведение конкурса на формирование лучшей гостиничной базы для размещения, ориентированной на минимизацию стоимости поездки.
5. Проведение ярмарки-конкурса сувенирной продукции с религиозной тематикой в рамках проведения общегородских праздников.

3. Рекламно-информационная деятельность

Мероприятия данного раздела направлены на:

- создание благоприятного для посещения туристов информационного пространства на территории России, выгодное представление религиозных культурно-исторических объектов страны,
- привлечение в Россию зарубежных туристов и инвесторов,
- популяризация туристских возможностей страны для духовного возрождения граждан.

Одной из важных задач в развитии религиозного туризма является создание системы рекламно-информационного обеспечения продвижения религиозного туристского продукта на внутреннем и внешнем рынках.

Одно из важных мероприятий данного раздела – это формирование и регулярное обновление информационных баз данных, таких как:

- база данных «Путеводитель» (содержит обзорную информацию о России: историко-культурное наследие регионов, памятники культовой архитектуры христианства, статистика, религиозные события и приуроченные к ним возможные посещения, карта основных центров духовной и культурной жизни России, схемы транспортного обеспечения сферы религиозного туризма),
- база данных «Планирование и бронирование» (информация по возможностям организации поездок и пребывания в местах религиозных святынь, реестр туроператоров и турагентств, система бронирования, формирования заказа для турагентства, способы проезда, телефоны для консультаций, размещения заказов, бронирования).

Механизм реализации данного программного блока «рекламно-информационная деятельность» включает комплекс следующих мероприятий:

1. Создание и регулярное обновление информационных баз данных для туристов.
2. Создание, ведение и продвижение в сети Интернет туристского сайта «Добро пожаловать в путешествие по святым местам России» на русском и английском языках.
3. Создание информационно-справочных стендов на ж/д и автовокзалах.
4. Проведение конкурса на лучший сценарий и производство фильма по сценарию производителя, посвященного городам России с богатым туристским потенциалом для развития религиозного направления поездок.
5. Показ произведенного фильма о святых местах страны на выставках, презентациях, конференциях, семинарах, в гостиницах.
6. Изготовление и организация распространения имиджевой и представительской продукции российских регионов религиозной тематики, в т.ч.:
 - «Визитки российских городов как центров религиозных святынь» для представления, презентации за рубежом и внутри страны,
 - проспекты о туристических религиозных ресурсах регионов, плакаты,
 - сводный календарь религиозных событий и приуроченных им туристских поездок,
 - компакт-диски «Объекты религиозного туризма в России».
7. Участие в международной выставке МПТТ в г. Москва и других туристских выставках стендом «Религиозный туризм».
8. Проведение в российских регионах семинаров по разработке PR-кампании городов-центров религиозно-культурных объектов туризма.
9. Организация Департаментом внешних связей бесплатных рекламно-информационных поездок специалистов турбизнеса по российским регионам в целях ознакомления с местами религиозных святынь.
10. Выпуск для туристов книг о храмах, монастырях, духовных памятниках России.
11. Разработка программы выпуска печатных и видеоматериалов по туризму по местам религиозных святынь и проведение соответствующей кампании в средствах массовой информации в целях пропаганды религиозного туризма.

4. Подготовка специалистов. Научное обеспечение туристской деятельности.

Подготовка специалистов и научное обеспечение туристской деятельности включает следующие мероприятия:

- создание в России четко работающей, многоступенчатой системы образования в области туристской индустрии, охватывающей все уровни - от профессиональной ориентации школьников до высшего уровня квалификации. Система образования должна быть непрерывной, т.е. фактически в течение

всей профессиональной деятельности специалисты должны постоянно повышать свой профессиональный уровень. В противном случае не будет прогресса в управлении, обслуживании, не будет внедрения новых технологий и т.д.;

– подготовка учебных программ для всех видов образовательной деятельности (подготовка, переподготовка, повышение квалификации специалистов) в соответствии с профессиональными стандартами;

– подготовка, переподготовка и повышение квалификации кадров для гостиниц и с учетом роста потребности в кадрах в ходе осуществления строительства новых гостиниц и повышения обслуживания в существующих гостиничных предприятиях;

– подготовка персонала для обслуживания туристов на объектах показа;

– совершенствование статистической отчетности (туристские прибытия, сроки пребывания, уровень загрузки);

– формирование и ведение городского реестра туроператоров и турагентов.

Основываясь на вышеуказанных стратегических принципах основных направлений деятельности, проанализируем перспективы развития религиозного туризма на примерах российских регионов.

Исходя из положений разработанной стратегии, можно сделать вывод, что практическое внедрение предлагаемых мероприятий будет способствовать подъему российских регионов в отношении религиозного туризма на более высокий уровень развития.

Анализ предложений туристических фирм по религиозному туризму показал, что в последние годы наблюдается возрастание интереса к религиозным внутренним маршрутам. Развитию интереса сограждан к религиозным турам в значительной степени будет способствовать поддержка государственной власти, включающая направление бюджетных средств на поддержание в надлежащем состоянии памятников религии, истории и культуры и развитие инфраструктуры размещения туристов. Анализ перспектив развития религиозного туризма в различных российских регионах представляем согласно логике разработанной стратегии. Необходимо отметить, что в нашей стране наблюдается прогресс в политике столичной и региональных властей, под их руководством в некоторых регионах осуществляется разработка генерального планов и программ по развитию религиозного туризма. Практическая реализация планируемых мероприятий по развитию данного направления туризма повысит международный историко-культурный статус российского региона и привлечет иностранные инвестиции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биржаков М.Б. Введение в туризм: учеб. / М.Б. Биржаков. СПб.: Изд. Дом «Герда», 2008. 570 с.
2. Квартальнов В.А. Туризм: учеб. / В.А. Квартальнов. М.: Финансы и статистика, 2002. 320 с.
3. Митрополит Кирилл. Проблемы развития современного православного паломничества [Текст] // Туристские Фирмы. Вып. 36(4).
4. Сенин В.С. Организация международного туризма: учеб. / Сенин В.С. М.: Финансы и статистика, 2003. 400 с.
5. Христов Т.Т. Религиозный туризм: учеб. пособие / Христов Т.Т. М.: Издательский центр «Академия», 2003. 288 с.

Якунин Вадим Николаевич – доктор исторических наук, доцент, профессор кафедры «Туризм и домоведение», проректор по инновационной и научно-исследовательской деятельности Поволжского государственного университета сервиса, г. Тольятти

Vadim N. Yakunin – Dr. Sc., Professor
Department of Tourism and Household Science,
Vice Rector for Innovations and Research
Volga Region State University of Services, Tolyatti

Статья поступила в редакцию 15.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 82-1; 008

П.Е. Суворова

ДЕСИММЕТРИЗАЦИЯ СТИХОВОЙ ФОРМЫ КАК ПРОЯВЛЕНИЕ КУЛЬТУРНОГО КОДА (20-е гг. XX в.)

Симметрия – одно из важнейших качеств в искусстве. Известно, что не бывает симметрии без асимметрии. В стихотворном тексте симметрия и асимметрия диалектически взаимодействуют, но автор выделяет периоды в развитии

стиховой культуры, когда в социокультурном пространстве доминируют идеи трансформации общественного сознания, и художественная культура отвечает на них перекодировкой своих текстов. В частности, рассматриваются стихотворные тексты, в которых манифестируется асимметрия как признак перекодировки классической гармонии.

Культурный код, симметрия, асимметрия, десимметризация, стиховая культура

P.E. Suvorova

DESIMMETRIZATION OF VERSE FORMS AS THE MANIFESTATION OF THE CULTURAL CODE (in the 1920's)

The symmetry is one of the most important qualities in art. It is known that there is no symmetry without asymmetry. In a poetic text the symmetry and asymmetry dialectically interact. However, the author identifies the periods in the development of poetic culture when the socio-cultural space is dominated by the idea of transforming public consciousness, and artistic culture responds to their decoding texts. In particular, we consider poetic texts in which the asymmetry is manifested as a sign of decoding the classical harmony.

Cultural code, symmetry, asymmetry, desimmetrization, poetic culture

Когда в социуме происходят активные трансформационные процессы, захватывающие экономическую, политическую, социальную сферы и решительно изменяющие условия жизни людей, то эти трансформации переходят и в сферу художественной культуры, которая существенно преобразуется под влиянием ряда факторов. Для решения ценностно-смысловых задач в новых социокультурных условиях художник сличает осознанные проявления системности, гармонизации и хаоса на формально-содержательном уровне, рефлексировывает культурно-исторический код субъектов культуры, декодирует и раскодирует знаковые системы многомерного жизненного мира человека и культурные ценности.

Стихотворная речь несет на себе отпечаток важнейших авторских установок и, кроме того, определяется культурным кодом эпохи. Стиль стихотворной речи отдельного автора, как и стиль направления, к которому примыкает поэт, имеют общую систему закономерностей, которая может быть понята как проявление единства культурного кода.

Культурный код эпохи определяет то общее в стиховой культуре, что проявляется независимо от степени оригинальности того или иного автора. Проявление авторской индивидуальности в стихотворной речи возможно только в организации самой системности, рождающейся в результате соотнесения стиха и слова, отбор и комбинации которых определяются культурным кодом эпохи. Правила поэтики имеют статистический характер, поэтому установить с достаточной степенью объективности особенности стихотворного кода, либо культурного кода эпохи в целом, либо направления в поэзии, либо отдельного автора представляется весьма результативным.

Культурный код стихотворной речи – предельное обобщение совокупности различных стиховых форм, ориентацию на которые (классические или современные) выбирает автор. Стиховые и языковые единицы, объединяясь в тексте, связываются между собой, выражая специфику того или иного культурного кода. В результате такой взаимосвязи образуется системность организации стихотворной речи, основанная на повторяемости определенных позиций в тексте.

Обязательным условием порождения стихотворного кода является также повторяемость однотипного наполнения этих позиций, комбинирование и вариативность которых обеспечивается неповторимыми сочетаниями.

При исследовании кода стихотворной речи необходимо иметь представление о важнейших доминантах эпохи и прежде всего о принципах миропорождающего порядка, сформировавшихся или формирующихся в данную эпоху. При этом важно учитывать, что в каждую эпоху существуют свои правила, управляющие образованием и внутренней организацией поэтических систем и действующие на разных уровнях (на уровне структуры данного жанра, системы стихосложения, строфики, звукорифменной организации и т. д.).

Культурная доминанта проявляется на всех уровнях: идейно-тематическом, словесно-образном и, конечно, в принципах организации стиха.

Исследовательский интерес к преобладающим типам симметрии в разных видах искусства и явлениях культуры проявляется во многих работах [1-4].

Цивилизованная история начинается с осознания дискретности мира, с появлением способности отображать его в зеркально-симметричных формах, которые выступали свидетельством упорядоченности мира, победы над хаосом. Доминантой картины мира Нового времени была пространственная модель. К

концу XIX века в картине мира начинается освоение временных моделей, а начало XX в. характеризуется синтетической направленностью. В искусстве всегда выражается то, что уже есть в менталитете [1].

Знаменитый лермонтовский «Парус» нашел отклик в творчестве многих поэтов, но не многим удалось, используя принцип зеркального оформления внешней структуры текста, «перевоссоздать» лермонтовский мир, обнаружить идентичность или тождество в каждом явлении, уловить отношения между понятиями и поставить на их место аналогичные, но другие, заимствованные из другого ряда идей, рожденных новой эпохой. В стихотворении О. Манделъштама «Я вижу каменное небо» (1912 г.) мир лермонтовского «Паруса» (1832 г.) предстал в отраженном и перевернутом виде, зеркально симметричном по отношению к тексту Лермонтова. Классическая симметрия в зеркале XX века предстает в своеобразном виде. Главное же ее качество – симметричность – остается узнаваемым, несмотря ни на что.

Источником эмоционального отклика О. Манделъштама стал романтический мир классической русской поэзии. Его лирический герой оказался на пересечении оси ординат мировой культуры, а не на пространственно-географических, как собственно в классической русской поэзии. Классическая модель «мир во мне» сменяется новой «я в мире» и вписывается в пространственную модель мировой культуры. О. Манделъштамом лермонтовская идея покоя в буре переосмыслена как движение в неподвижности.

Каждый из текстов имеет внутреннюю симметрию. Симметрия текста Манделъштама строится на иных позициях, чем лермонтовская. Усложненность ее проявляется еще в том, что эта симметрия не самостоятельна, а имеет еще одну ось, пролегающую между текстами О. Манделъштама и М. Лермонтова. Текст Манделъштама своеобразно отражает лермонтовскую пространственную симметрию *под ним, над ним*, закрепленную строфической и синтаксической симметрией [5].

XX век – это эпоха, «узаконившая» различного рода «отклонения» от тех элементов, которые всегда воспринимались как чисто стиховые – графика, метр, рифма. Это эпоха, которая определила своеобразные взаимоотношения между графикой и рифмой, графикой и метром, метром и рифмой. Авторы этой эпохи искали интонации своей стихотворной речи, меняя соотношения специфических стихотворных признаков.

Поэты, вступающие в литературу в 20-е годы, в своих поисках были особенно активны. Нащупывание собственных интонаций, формирование индивидуального стиля стихотворной речи в иных случаях сводилось либо к нарушениям классических канонов (что не связано с формированием нового культурного кода), либо к установлению своеобразных отношений между словом, синтаксисом и стиховыми формантами (что, безусловно, свидетельствует о смене стиховых доминант и формировании новой стиховой культуры и её кода).

Нарушение симметрии – одна из главных примет в организации стихотворных текстов начала XX века. Многие поэты в эти годы пробуют возможности такой организации стихотворных строк, которая позволила бы реализовать общую тенденцию 20-х годов: освободить стих от сложившихся канонов, найти новые принципы в соотношении метра, рифмы, строфы.

Одним из наглядных свидетельств перестройки стиха стала строфика. В. Маяковский в 1929-1930 гг. использует только астрофические формы. На 76 текстов этого периода 6 текстов имеют строфику из 4-, 5-, 7-, 12-стиший, 2 текста – полистрофичны, а остальные 66 – астрофичны. Л. Мартынов и Н. Заболоцкий также увлечены астрофическими и полиметрическими стихами. Именно в этот период зарождается блестящая рифменная техника, которая, вступая во взаимодействие с графикой и строфикой, создает стиховое единство, определяемое новыми ритмами и новой рифмой. Динамика формирования новых взаимоотношений внутри стиховых культур является следствием изменений отношений между миром и человеком. Трансформации слова и ритма, ключевого слова и рифмы, «метрической» длины слова и метра, рифмы и строфики, способов членности стихотворной строки и звуковой организации текста могут осознаваться как новые культурные коды, определяющие всю систему взаимоотношений естественного языка и стихотворной речи.

В 20-е годы XX века в поэзию пришли авторы не только с новыми рифмами, но и с новыми способами сегментации стихотворного текста. Асимметричность построения, ярко выраженная установка на нетождественность соотносимых сегментов определили своеобразие стихотворных текстов этого периода. Например, Л. Мартынов разрушает привычную организацию стихотворной речи, «выводя» ее за пределы системности, создавая причудливый характер чередования звуковых комплексов, нарушая мерность стихотворной речи на разных уровнях. При этом избыточность созвучий не укрепляет, а разрушает строфу и зеркальную симметрию стиха. Н. Заболоцкий достигает того же, но снижением количества рифмующих элементов, вводя нерифмованные строки, строфы, «куски». И в том, и в другом случае оба поэта находятся под влиянием общих тенденций времени, направленных на изменение функций метра и рифмы. И тот и другой авторы направляют свои усилия на нарушение симметричности как принципа организации стихотворного текста. Смысловая и синтаксическая симметрия текста сопрягается со стиховой асимметрией.

На смену упорядоченной сегментации по горизонтали и вертикали авторы выдвигают конструкции, части которых несоизмеримы по величине. Синтаксическая членность, не подкрепленная рифмой, интонационно удлиняет фразу, стирая границы стихотворных рядов. Величины сегментов частей текста имеют

различную длину. Такая ритмическая организация стихотворных текстов поставила его части в отношения асимметрии.

Появление нерифмованных строк, на фоне которых рифма – сигнал иной мерности (исчезновение рифмы, нефиксированный способ рифмовки) также становится признаком десимметризации. Стиховой ряд всегда создает впечатление организованной речи, разрушение стихового ряда всегда направлено на создание новой организованности, «других» правил, которые позволяют дать представление об индивидуальных особенностях организации стихотворной речи.

Л. Мартынов и Н. Заболоцкий в раннем своем творчестве сформировали определенные модели стиховых построений, в которых заданные структурой классического стиха параметры постоянно нарушаются.

Поскольку в русской стиховой модели существовали две возможности рифменной организации – строфическая и астрофическая, то авторы пробуют возможности одной и другой. Строфические конструкции у Мартынова составляют абсолютное большинство по сравнению с астрофическими (71,9 %), у Заболоцкого – аналогично (85,6 %). Но, как правило, именно строфические композиции допускают большую неопределенность в сочетании рифмопар. Классическая поэзия стремилась в астрофических композициях к соблюдению некоторых требований рифмовки. Обычно рифма опоясывала два или (очень редко) три рифмующихся ряда; недопустимы были смешения трех и более рифмопар; исключалась смена клаузул, если она не была предусмотрена формальным заданием и т.п. Строфические же конструкции всегда позволяли предугадывать место расположения рифм с высокой степенью вероятности. Ни Н. Заболоцкий, ни Л. Мартынов не используют тех особенностей строфы, которые заложены в самой ее структуре. Н. Заболоцкий сменяет способы рифмовки: вводит в строфу стиховые ряды, не имеющие рифменных переключек ни с одной строкой (холостые строки); наряду с рифмованными строфами включает целиком нерифмованные; переносит рифмопару в следующую строфу; допускает резкую смену анакруз и клаузул. Л. Мартынов также использует холостые строки в системе сложившихся закономерностей звуковых повторов; так далеко отставляет второй член рифмопары, что практически разрывает, разрушает возможность вертикального соотношения рифмующихся слов; насыщает тексты звуковыми повторами, не имеющими фиксированного положения.

Поэты, начало творчества которых приходится на новаторские процессы 20-х годов XX столетия во всех областях жизни, манифестируют установки на асимметрию, хотя, по сути, симметрия – одно из основных свойств художественного целого – проявляет себя в другом качестве и никуда не исчезает. Например, по свойству ударности слоги могут быть симметричны, но асимметрия проявится по составу звуков. И наоборот. Подводя итог, следует сказать, что установка стиха в начале XX века на десимметризацию может означать только одно – возможен пересмотр сочетаемости и взаимосвязи ритмических элементов, нарушение очевидной графической, рифменной, метрической симметрии с целью демонстрации явлений асимметрии, но основное качество стихотворного текста – симметрия – проявит себя на других уровнях ритмической организации текста. Новый интонационный строй русской поэзии формировался в соответствии с вызовами времени, когда зеркальная симметрия перестала отражать установки на свободу ритмической организации текстов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александров Н.Н. Эволюция симметрии в искусстве [Электронный ресурс]: «Академия Тринитаризма», М., Эл № 77-6567, публ.16294, 15.01.2011. Режим доступа к журн.: <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0016/001c/00161763.htm>
2. Волошинов А.В. Математика и искусство / А.В. Волошинов. М.: Просвещение, 1992. 335 с.
3. Корбут А.Ю. Принцип симметрии в классификации элементов текста и его объединяющая сила / А.Ю. Корбут, Г.Г. Москальчук // Вестник ОГУ. 2005. № 2. С. 64-70.
4. Портер Л.Г. «Симметрия – владычица стихов»: Очерк начал общей теории поэтических структур / Л.Г. Портер. М.: Языки славянской культуры, 2003. 256 с.
5. Суворова П.Е. Членимость и взаимозависимость частей стихотворного текста в системе культурных кодов / П.Е. Суворова // Культурный код в стихотворном тексте: монография. Тольятти: Изд-во ПВГУС, 2010. С. 97-124.

Суворова Палема Егоровна –
профессор Поволжского
государственного университета сервиса, г. Тольятти

Palema E. Suvorova –
Professor
Volga Region State University of Services, Tolyatti

Статья поступила в редакцию 11.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

С.Н. Брежнева

ПОПЫТКИ УСТАНОВЛЕНИЯ ПЕРВЫХ КУЛЬТУРНЫХ И ТОРГОВЫХ КОНТАКТОВ РОССИИ С ХАНСТВАМИ СРЕДНЕЙ АЗИИ В XVIII ВЕКЕ

На примере архивных материалов автор прослеживает попытки установления культурных и торговых контактов Российской империи с ханствами Средней Азии на протяжении XVIII века. Анализируя действия России, автор приходит к выводу о подготовке наступательных действий русских на среднеазиатские территории.

Российская империя, Средняя Азия, культурные и торговые контакты, среднеазиатские ханства

S.N. Brezhneva

ATTEMPTS TO DETERMINE THE FIRST CULTURAL AND TRADE CONTACTS OF RUSSIA WITH THE CENTRAL ASIAN KHANS IN THE XVIII CENTURY

The author presents examples from the archive materials to find out and analyze cultural and trade contacts of the Russian empire with the khans of the Central Asia during the XVIII century. Analyzing the activities of Russia, the author comes to the conclusion that the Russians planned offensive operations to the Central Asian territories.

Russian empire, Central Asia, cultural and trade contacts, khans of the Central Asia

Средняя Азия (Центральная Азия) всегда интересовала Россию, маня ее своей загадочностью и неповторимостью, суля новые торговые контакты и расширение территорий. Связи России и Средней Азии насчитывают несколько сотен лет до начала планомерного наступления России на среднеазиатские ханства в XIX веке. В XVIII веке в Средней Азии окончательно сложились три основных государственных объединения – Хивинское и Кокандское ханства и Бухарский эмират, часто враждовавшие между собой за господство в регионе. Россия, находясь в стороне от междоусобных войн среднеазиатских ханств, тем не менее время от времени вмешивалась в их внутренние дела.

С начала вступления на русский престол Петра I начался новый этап развития отношений между Российским государством и среднеазиатскими ханствами. В 1700 г. к Петру прибыло хивинское посольство от хана Шах-Нияза с просьбой о принятии подвассального ему народа в русское подданство. Им был получен положительный ответ. Шах-Нияз вскоре умер, но его преемник Мухаммед в 1709 г. вновь ходатайствовал о принятии его в русское подданство, что также было удовлетворено Петром I. На этом переговоры закончились. В Хиве вскоре начались междоусобные войны, а Северная война отвлекла Петра I от Хивы.

После неудачного похода против турков в 1711 г. Россия потеряла Азов, заключила с турецким султаном мир и вновь обратила внимание на Среднюю Азию. Не прекращающиеся междоусобные войны между среднеазиатскими ханствами и внутри самих ханств вынуждали феодальных правителей искать помощь со стороны, а самой близкой и сильной стороной была Россия. Среднеазиатские ханства старались создать благоприятные условия для торговых операций своих купцов в России. В архиве внешней политики Российской империи имеется выписка о бухарских посольствах в Россию с 1714 по 1774 год, здесь же находятся сведения и о хивинских посольствах [1], грамоты бухарских ханов русским государям самого различного содержания: об отправке посольств, о переговорах, о дружбе, о развитии торговли, о направлении русских купеческих караванов в Бухару, об освобождении русских пленников и т.д. Многие из них украшены растительным орнаментом.

В 1716 г. бухарский хан Абулфейз отправил в Москву посольство для переговоров об «умножении торговли». Хан добивался разрешения «свободно торговать в России бухарцам» и жаловался на высокие таможенные пошлины. Несмотря на запрет царского правительства вывозить оружие, в 20-х годах XVIII в. в Хиве продавались «заповедные» товары в обход таможен, контрабандой.

В связи с развитием металлургической промышленности в XVIII в. русское правительство стало проявлять интерес к рудным богатствам Средней Азии, в частности залежам олова в Алатау. Наслышавшись о том, что Средняя Азия богата золотыми россыпями, в течение всего XVIII в. русские искали «песочное золото» и, наконец, убедились, что это преувеличенные слухи. Со слухами о среднеазиатском золоте связана трагическая страница в истории русско-среднеазиатских отношений.

В 1713 г. в Астрахань прибыл туркмен Ходжа Нефес и рассказал, что в песках Амударьи много золота и прибрежные жители вымывают его в большом количестве. В 1714 г. он прибыл в Петербург и сообщил об изобилии золотого песка на Амударье, а также, что Амударья раньше впадала в Каспийское море,

но затем сознательно была отделена плотиной и стала впадать в Аральское море, чтобы скрыть от русских золотой песок.

Почти одновременно сибирский губернатор Матвей Гагарин уведомил Петра I о том, что в Малой Бухарии (бассейн Тарима) у г. Яркати (Яркент в Восточном Туркестане) на берегу Дарьи в песках имеются очень богатые золотые россыпи. Под влиянием этих сведений Петр I наметил план проникновения в узбекские ханства. Он рассчитывал ввести военные отряды в Бухару и Хиву с согласия самих ханов под предлогом «укрепления их власти и помощи против врагов» [17. С. 247].

Увлеченный стремлением иметь золотые прииски и открыть торговый путь в Индию, Петр I организовал две экспедиции. Во главе одной из них был поставлен поручик Преображенского полка князь Александр Бекович-Черкасский. Общее руководство второй экспедицией было возложено на капитана Ивана Бухгольца. Им предписывалось попасть в Хиву, «а потом ехать в Бухару к хану, сыскав какое дело торговое, а дело настоящее проведать про город Иркеть (Яркенд)» [17. С. 247].

Экспедиция Бековича-Черкасского в августе 1714 г. выехала через Казань в Астрахань. В ноябре экспедиция направилась к Гурьеву. Но из-за неблагоприятной погоды пришлось ждать весны. К весне 1715 г. экспедиция направилась в Гурьев, сначала обследовала восточный берег Каспийского моря, старое русло Амударьи (Узбой). Возле р. Карагач экспедиция обнаружила земляной вал, местные жители утверждали, что это и была плотина. От вала начиналась долина, на которую жители указывали как на старое русло Амударьи. Историк В. Иллерицкий считал мнение, сложившееся у Бековича-Черкасского относительно старого русла Амударьи, правильным на основании достоверных арабских источников, а представление о том, что вал являлся плотиной – необоснованным [20. С. 43]. Экспедиция Бековича-Черкасского не ограничилась тем, что собрала сведения об Амударье, но и произвела первое картографирование Каспийского моря, что имело научное значение.

Между тем хивинский посланник Ашурбек в 1715 г. подтвердил сообщение о наличии золота на Амударье и предложил русскому царю построить крепость на тысячу человек у старого устья Амударьи. Хивинский правитель стремился развивать торговые отношения через Каспийское море на Астрахань, чтобы иметь прямой доступ к волжской водной артерии, и рассчитывал, что русские крепости помогут обеспечить безопасность этого пути. В этом же году экспедиция Бухгольца выступила из Тобольска вверх по Иртышу, достигла Ямышева озера. Бухголец построил здесь крепость для зимовки, но дальше на юг не продвинулся, так как на экспедицию напали калмыки. На обратном пути Бухголец построил крепость Омск на реке Оми (приток Иртыша).

После возвращения в Астрахань Бекович-Черкасский вновь поехал к Петру, и тот принял решение о новой экспедиции. В 1716 г. во главе значительного отряда с артиллерией Бекович-Черкасский (к тому времени он был уже капитаном) отправился в новую экспедицию с заданием уговорить хивинского хана разрешить им обследовать Узбой и склонить его, а также Бухару к верноподданничеству России. А участнику экспедиции поручику Кожину было предложено «под видом купчины... до Индии путь водяной открыть». Таким образом, Петр предполагал установить транзитный торговый путь непосредственно из России в Среднюю Азию и даже Индию через Волгу, Каспийское море и Амударью. Петр был уверен в том, что существует плотина, считал, что необходимо ее разрушить, построить новую крепость, чтобы исключить повторение изменения течения реки. В. Иллерицкий считает, что для Петра захват Средней Азии не был самоцелью: «для него Средняя Азия должна была явиться подступом, плацдармом для захвата еще более богатых колоний» [20. С. 45]. Тот факт, что во время войны со Швецией, когда каждый солдат был на счету, около 5 тысяч человек было отправлено в Среднюю Азию, свидетельствовало о самых серьезных намерениях Петра I.

Экспедиция 1716 г. ограничилась постройкой трех крепостей (у мыса Тюп-Караган, у Красных вод и около места впадения Узбоя, высохшего русла Амударьи). Очевидно, Бекович-Черкасский руководствовался удобным расположением крепостей, т.к. они находились по дороге в Хиву. Поручик Кожин изначально был против строительства крепостей, так как место было песчаное и неудачное, безводное, дорога на Хиву была непроезжей, к тому же он был уверен, что старого русла Амударьи не существует. Во время строительства крепостей погибло много солдат.

Бекович-Черкасский вернулся в Астрахань, т.к. нужны были пополнения для нового похода. Осторожный Кожин вновь высказал свои опасения, т.к. располагал сведениями об активизации действий хивинского хана против русских. Он самовольно отправился к Петру I, но был арестован и прощен только длительное время спустя. Посол Воронин, с трудом пробившийся к хивинскому хану, также доносил о напряженном отношении хана к русским. Но Бекович-Черкасский считал, что хан изменит свое мнение, когда увидит силу оружия русских.

Сборным пунктом экспедиции стал г. Гурьев. От непривычного климата многие солдаты заболели. К маю 1717 г. умерли 500 человек. Бекович-Черкасский надеялся пополнить отряды туркменами, но калмыцкий хан Аюка донес о силах русских хивинскому хану. Каракалпаки стали нападать на табуны экспедиции. В конце весны 1717 г. вдоль западного берега Аральского моря в Хиву двинулась новая экспедиция

Бековича-Черкасского общей численностью в 7 тыс. человек¹. Это было одно из самых непродуманных, плохо подготовленных предприятий русского государства в период правления Петра. Гарнизоны вновь построенных крепостей были оставлены без продовольствия и медикаментов, и вскоре весь личный состав был болен, и большая часть умерли. Из трех тысяч человек к лету 1717 г. остались здоровыми 200, больны были 500 человек. Часть набранных туркмен по дороге сбежала, чтобы предупредить хивинского хана. Проводником стал Ходжа Нефес. Бекович-Черкасский старался убедить хивинского хана, что он идет в Хиву с мирными намерениями. Однако туркмены доносили хану другое. Этот период был временем могущества Хивинского ханства. Хан направил против отряда Бековича-Черкасского войско. У озера Айбугир, недалеко от Хивы, хивинская конница напала на русское войско. Бой продолжался два дня. Поскольку русские были лучше вооружены, хивинцы, несмотря на численное превосходство, были разбиты.

Хивинский хан Ширгази начал переговоры, имея целью захват Бековича-Черкасского в плен. Тот, в свою очередь, надеялся на мирный исход. Хан уверял, что нападение было совершено без его ведома, и приглашал Бековича-Черкасского к себе. Хан двинулся в Хиву, за ним последовало русское войско. Недалеко от Хивы состоялось новое свидание, хан посовещался разделить экспедицию на пять отрядов под предлогом того, что ему трудно доставлять продовольствие, а все войско не поместится в Хиве. Бекович-Черкасский дал согласие. А когда экспедиция разделилась, хивинцы напали на них и перебили. Отправленная сухопутным путем часть отряда погибла в полном составе, погиб и сам командующий – князь Бекович-Черкасский. Его зарубили на глазах у хана. Голова Черкасского была послана бухарскому хану. Но он, опасаясь России, головы не принял. Гарнизоны крепостей, узнав о поражении и подвергаясь частым набегам, оставили крепости. Они были разрушены туркменами. В отношении гибели Черкасского имеются и другие сведения. По преданию хивинцев, он был казнен в г. Порсу.

Последствия этого похода были самыми неблагоприятными для русско-среднеазиатских отношений. С одной стороны, Бекович-Черкасский шел в Хиву как мирный посланник, а с другой стороны, он был командующим вооруженного отряда и, следовательно, шел как неприятель, враг, посягнувший на суверенитет Хивинского ханства. Да и инструкции были составлены так, чтобы добиваться превращения хивинского хана в российского вассала. Результат этой авантюры дорого обошелся русскому воинству – в кровавой битве около Хивы отряд был изрублен, оставшиеся в живых обращены в рабство и лишь единицам удалось вернуться на Родину. Дальнейшее развитие отношений между Россией и ханствами приняло враждебный характер, и народ ханств стал с недоверием относиться к русским и к России.

Для расширения торговли Петр рассчитывал добиться выхода южных районов своей империи к Каспийскому морю. По его расчетам, утверждение здесь русского господства должно было расширить торговлю с Закавказьем, Персией, Средней Азией и даже Индией. Кроме того, он намеревался восстановить древнее русло Амударьи, когда она впадала в Каспийское море, и тем самым создать колоссальную водную артерию от Волги до Амударьи, которая позволила бы дать мощный стимул развитию торговли, промышленности в южных районах его империи и тесно связать экономическое развитие России с возможностями среднеазиатских ханств. Нет сомнения в огромных перспективах этого замысла в случае успешного осуществления его планов. Неудачная экспедиция князя Бековича-Черкасского похоронила эти планы и отсрочила движение России в Среднюю Азию на сто лет.

Несмотря на неудачи, Петр I не отказался от Средней Азии. Этот период был отмечен медленным постепенным продвижением России, когда происходило почти беспрепятственное расширение границ империи в трех направлениях – Сибирь, Закавказье и Средняя Азия. В 1718 г. на Иртыше была заложена крепость (Семипалатинск), а в 1719 г. небольшой военный отряд, двигаясь по Иртышу, достиг озера Зайсан. Выше Семипалатинска была построена крепость Усть-Каменогорская.

В 1720 г., опасаясь ответного выступления России за уничтожение экспедиции Бековича-Черкасского, новый хивинский хан Аваз-Мухаммед направил посольство в Россию. Но хивинское посольство было арестовано и посажено в крепость. Только одного отпустили. В дальнейшем хивинские ханы изъявляли желание жить в дружбе с Россией, неоднократно обращались с просьбами простить им убийство Бековича-Черкасского, возобновить отношения и развивать торговлю [13]. В ответ русские требовали возвращения русских пленных.

В 1721 г. в России находился бухарский посол. При возвращении его на родину отправили вместе с ним в Бухару послом итальянца Флорио Беневени. Ему было поручено узнать, какими товарами торгуют бухарцы, можно ли получить золото и дойти до тех мест. Беневени ехал с опаской через Кавказ, Персию в Бухару, а оттуда в Хиву. Его встретили враждебно, и он вынужден был бежать. В Россию итальянец вернулся только в 1725 г., после смерти Петра I. Донесения Беневени сохранились и в настоящее время находятся в отделе редких рукописей Государственной библиотеки г. Ташкента, в архиве внешней политики Российской империи находится переписка Коллегии иностранных дел с Ф. Беневени (1720-1726 гг.) [3] и документы о поездке Ф. Беневени в Бухару и Хиву [12].

¹ В некоторых источниках указывается 6 тыс. участников похода Бековича-Черкасского. В.Иллерицкий указывает, что в конце весны 1717 г. отряд Бековича-Черкасского пополнился за счет 2200 казаков.

В 1730 г. казахский хан Абулхайр отправил в Уфу посольство с просьбой принять Младший жуз в русское подданство, потому что его постоянно теснили джунгары и соседние ханства. 19 февраля 1731 года императрица Анна Иоанновна подписала жалованную грамоту хану Абулхайру о принятии в русское подданство Младшего жуза. В 1732 г. состоялся переход Младшего жуза в подданство Российской империи, а Абулхайр получил от императрицы Анны Иоанновны грамоту о награждении его титулом «его степенства». Этому примеру последовала и большая часть Среднего жуза во главе с ханом Семеке в 1734 г. Состоявшийся в 1740 г. съезд представителей старшин и султанов Младшего и Среднего жузов способствовал закреплению первых результатов Российского подданства. Присутствовавшие на нем хан Абулмамбет и султан Абылай высказались за принятие российского подданства, стремясь обезопасить Казахстан от возможных вторжений джунгар. А.И. Левшин, подробно осветивший в своей монографии «Описание киргиз-казацких, или киргиз-кайсацких орд и степей» процесс присоединения казахских земель к России, писал: «Из двух зол, предстоящих им (казахам) легче было избрать то, которое обещало какие-нибудь выгоды, если не в настоящем, то, хотя в будущем» [21. С. 167-168]. Зная о благах покровительства России по отношению к казахским родам, правители Ташкента в 1734 году отправили своих послов к русскому представителю в Казахстане для выяснения условий присоединения Казахстана к России. Но дальше выяснения соглашений о развитии торговли с Россией и Казахстаном дело тогда не продвинулось.

О возрастающем интересе к среднеазиатским ханствам со стороны Российской империи свидетельствует тот факт, что в 1831 г. правительство Анны Иоанновны направило по три грамоты бухарскому [6. Л. 1] и хивинскому [14. Л. 3] ханам об отправке к ним полковника Гарбера для переговоров о возобновлении отношений и торговли. В 1734 г. бухарский хан отправил русской императрице грамоту с просьбой о посылке в Бухару русских купеческих караванов. Подлинник грамоты, украшенной растительным орнаментом, находится в архиве внешней политики России [7. Л. 1]. Ответа хивинского хана русскому правительству обнаружить не удалось.

В 1734 г. обер-секретарь сената И.К. Кириллов возглавил Оренбургскую экспедицию. Ему было поручено построить крепости и «на Аральском море российский флаг объявить», а также снарядить торговый караван «в Бухару и далее в Индию», принять меры к изысканию руд, в особенности золота.

В 1735 г. на реке Ори И.К. Кириллов заложил г. Оренбург, который впоследствии был перенесен на место слияния рек Сакмары и Яика, а крепость Ори была переименована в Орск. Были возведены укрепления по Яику и Иртышу, через Оренбург шла торговля со среднеазиатскими купцами.

Сменивший И.К. Кириллова после его смерти в 1737 г. В.Н. Татищев пытался восстановить торговые связи со среднеазиатскими ханствами. В августе 1738 г. он снарядил в Ташкент торговый караван во главе с поручиком К. Миллером, которому было поручено добиваться беспошлинной торговли для русских купцов в Ташкенте, посетить бухарские города, разузнать о месторождениях руд, серебра, золота и провести геодезические съемки. Однако караван был разграблен казахами недалеко от Ташкента. И, тем не менее, торговля со среднеазиатскими ханствами не прекращалась. В Оренбурге, Семипалатинске, Орске, Троицке и Петропавловске были открыты меновые дворы.

Таким образом, на Среднюю Азию продвижение шло с двух сторон – с востока, с берегов Иртыша, где с 1716 г. начала закладываться Сибирская линия укрепленных пунктов (делилась на Тобольскую, Ишимскую, Иртышскую, Колывано-Кузнецкую), ставших базой для дальнейшего продвижения на юг, и с запада – с берегов Яика (Урала), где в 1735 г. была создана Оренбургская линия укреплений (состояла из участков: Нижнеуральский, Самарский, Кизильский и др.). Город Оренбург стал практически центральным плацдармом в русских планах по развитию отношений со Средней Азией. Все эти укрепленные пункты были заселены казачьими семьями, образовавшими в 1748 г. казачьи войска: оренбургское и яицкое, переименованное в 1775 г. в уральское. Здесь были сконцентрированы также и регулярные войска. Великий русский востоковед академик В.В. Бартольд писал: «Несмотря на номинальное подданство киргизов (казахов) Оренбургская линия вместе с Иртышской долгое время оставалась фактической границей России» [16. С. 407].

К 1752 г. от Омской крепости протянулась непрерывная линия крепостей через Петропавловскую до Оренбургской крепости. На этой линии было 11 крепостей, 33 редута и 42 маяка с количеством военного казачьего населения в них около 4 тыс. человек. На западе линия продолжалась от Оренбурга, на юг по правому берегу Яика (Урала) до Гурьева. Таким образом, к середине XVIII в. на севере Средней Азии и Казахстана образовалось полукольцо из военных линий от верховьев Иртыша до реки Яик (Урал), сформировавшее широкий плацдарм русской политики в регионе.

Это создало новую ситуацию в Средней Азии. На севере Россия, на юге – среднеазиатские ханства, а между ними – огромный территориальный массив, населенный казахскими племенами – Старшим, Младшим и Средним жузом и киргизскими родами. В этой ситуации выявился новый естественно-исторический процесс развития русско-среднеазиатских отношений, который способствовал сближению этих народов с Россией, расширению экономических и политических сношений между ними, оживлению социально-экономической и политической активности живущих здесь народов.

Инициатива торговых связей исходила от среднеазиатских купцов. В 1753 г. караван, отправленный наместником Оренбургского края И.И. Неплюевым в Хиву, был задержан. Торговля стала происходить в основном в пограничных районах, далее товары провозили среднеазиатские купцы. Торговля была меновой. Основным предметом вывоза из Бухары в Россию были хлопчатобумажная пряжа и хлопок-сырец (2/3 всего вывоза). В 1759 г. высочайшим повелением графу Р. Воронцову было дано разрешение «по построению мореходных судов, учредить от астраханского порта с бухарцами, хивинцами и трухменцами на 50 лет торговлю запрещенными товарами» [4. Л. 5].

В это время старшины Младшего жуза перестали повиноваться Абулхаиру, он пытался усмирить их при помощи русских войск, но был убит султаном Бараком, в 1742 году присягнувшему России [21. С. 206]. После убийства Абулхаира напряженными стали отношения Младшего жуза с Хивой и каракалпаками, с туркменами и калмыками. Средний жуз в 50-х годах был разорен войсками китайского императора и признал китайское подданство. Китайские войска стали вторгаться в среднеазиатские ханства. Осложнились отношения с Россией, поэтому хан Аблай присягнул Екатерине II, не порывая с Китаем (попав в двойное подданство) [18. С. 114]. Притеснения оренбургской администрации по отношению к Младшему жузу привели к тому, что казахи принимали участие в восстании Е. Пугачева и после его подавления продолжали нападать на пограничные местности России.

Интерес царской России к среднеазиатскому рынку обуславливался тем, что в России во второй половине XVIII в. началось разложение промышленности, основанной на крепостном труде. Царское правительство было уверено в прочности своих торговых связей со Средней Азией, поскольку не было конкуренции со стороны других государств. Но во второй половине XVIII в. положение изменилось. Вытеснение к 1764 г. из Индии Франции и утверждение там Англии встревожило российское правительство.

Опасаясь английской конкуренции, русское правительство усилило внимание к Средней Азии, где в 1770-1780 гг. возникли благоприятные условия для торговли. Заинтересованное в торговле со Средней Азией правительство Екатерины II в 1780 г. направило в Бухару переводчика Бекчурина, а в 90-х годах XVIII в. в Хиву – майора Бланкеннагеля. Им предстояло выяснить возможность торговли и открытие торговых контор. Бекчуриным была составлена записка «Известие о Большой Бухарии», содержащая подробные сведения о развитии Бухарского эмирата [5. ЛЛ. 1-9].

Между тем с присоединением казахских племен к России усилилась зависимость основной массы скотоводов. Это вызывало сопротивление с их стороны, а также и некоторых представителей патриархальной знати, интересы которой ущемлялись царизмом. В 1783 г. под руководством Батыра Срыма (Сырыма Датова) казахи восстали против царского правительства, собственных ханов и феодалов, восстание продолжалось 14 лет (1783-1797). Это давало возможность властям Бухары усилить свое влияние в казахских жузах. Подобная политика была выгодна для Турции, посольство которой находилось в это время в Бухаре [19. С. 269].

Отношение эмира бухарского Шахмурада к России было двойственным. С одной стороны он понимал, что развитие торговых связей с нею, расширение ввоза некоторых промышленных изделий выгодно для ханства. С другой – наблюдая изменения, происходившие в регионе после присоединения Казахстана к России, он опасался ее вмешательства в дела среднеазиатских ханств и, чтобы избежать этого, пытался воспользоваться противоречиями между Россией и Турцией.

Отношения России и Бухары испортились. Направленные против России действия Бухары маскировались религиозными мотивами: именно в этот период значительно оживилась пропаганда ислама в Младшем жузе. Этот политический курс нашел отражение в письме Шахмурада, направленном в Казахстан. Это послание было адресовано не султанам, формально возглавлявшим в то время жуз, а «биям и старшинам» (в том числе Батыру Срыму). Шахмурад информировал старшин о турецком посольстве в Бухаре и войне между Россией и Турцией. Он подталкивал старшин на открытое выступление против России: «А как вы живете к России ближе, чем мы, и, следовательно, сражаться с ними умеете лучше нас, то мы предлагаем... соединиться с войском турецким делами и духом и отправиться на поражение неверных» [21. С. 300].

Между тем внутреннее и внешнее положение Бухарского ханства вряд ли позволяло ему вступать в сколько-нибудь серьезный конфликт с Россией. Хотя Шахмурад и создавал впечатление о своей готовности выступить на стороне Турции против России, более важно было для него политическое влияние в казахских жузах.

Царское правительство внимательно следило за обстановкой в казахской Степи. Знала царская администрация и о турецком посольстве в Бухаре и старалась установить истинные его намерения на переговорах с эмиром. Командир астраханского казачьего полка Г.В. Персидский писал, что, по слухам, посланцы Порты прибыли в Бухару для того, чтобы поднять Среднюю Азию против России [19. С. 228].

Приезд турецкого посольства в Бухару должен был подтолкнуть к выступлению против России не только казахские жузы, но и среднеазиатские ханства. В мае 1789 г. был задержан бухарец Ходжа Султан Селит Камиль Ходжаев, у которого были обнаружены два письма на персидском языке: «онные означают его посланником, отправленным от Порты в Бухару; посольство его состояло в том, чтобы бухарский хан склонил узбеков, тухменов, каракалпаков, киргизцев, вооружая нападать неприятельски на Россию» [2. ЛЛ. 3-Зоб.].

Шахмурад стремился воздействовать на жузы с тем, чтобы поднять их на борьбу с Россией, а самому остаться в стороне от конфликта.

После победы России в русско-турецкой войне и спада восстания Батыра Срыма, ситуация в регионе существенно изменилась. Намерения Бухары ослабить влияние России в Младшем жузе не оправдались. Шахмураду стало ясно, что лояльная по отношению к России политика принесет Бухаре больше выгоды. С посольством, прибывшим в Россию в 1797 г., он направил послание, в котором так разъяснял смысл своей политики: «Покровитель веры (турецкий султан) прислал к нам грамоту повеления нам... ополчиться за него, идти с востока и воевать против России. Но мы ответствовали ему, что из уважения на древнюю дружбу, просим мы его потушить пламя войны между двумя империями» [9. ЛЛ.26-26об.].

Эмир бухарский даже просил помощи у России в войне с Ираном. Эту просьбу передал правительству Павла I Палванкули-курчи. В Бухаре «курчи» называли военных, которые занимались охраной пороха, патронов и прочих принадлежностей огневой стрельбы. Так что звание посланника указывает на то, что он был послан из действующей армии. 3 мая 1797 г. Палванкули-курчи были вручены императорская грамота и письмо канцлера А.А. Безбородко эмиру, содержащие официальный отказ на просьбу Шахмурада.

Что же касается взаимоотношений России с другими среднеазиатскими ханствами, то, например, известно, что за период 1796-1797 гг. правительством Екатерины II и Павла I было отправлено несколько грамот, в которых говорилось об установлении между Россией и Хивой торговых связей, о размерах взимаемых пошлин и т.д. [15]. В 1792 году ташкентский правитель Юнус-Ходжа в письме императрице Екатерине II, сообщив о союзе, заключенном им с рядом казахских племен, просил ее направить русских купцов в Ташкент, а также специалистов горного дела для разработки рудных месторождений близ Ташкента [8. Л. 2об.]. После смерти императрицы Юнус-Ходжа обратился с аналогичной просьбой к ее преемнику Павлу I. Русский канцлер А.А. Безбородко вскоре письмом уведомил ташкентского правителя о согласии императора Павла I оказать ему покровительство и прислать опытных специалистов для исследования открытых там рудников [10. ЛЛ. 7-7об.]. Вскоре налажился широкий обмен товарами между Ташкентом и русскими городами. Ташкент в разное время находился в зависимости от Бухары, Коканда или государственных объединений, существовавших в казахской Степи. В 1796 году в Ташкент прибыло первое русское посольство во главе с подпоручиком Дмитрием Телятниковым. В рапорте командующего сибирскими войсками генерала Г.Г. Шtrandмана императору Павлу I и генеральному прокурору А.Самойлову о целях посольства говорилось: «...для ознакомления с месторасположением Ташкента, с населением, образом правления, торговлей, ископаемыми» [11. Л. 2]. Посольство положило начало дипломатическим отношениям Ташкентского феодального владения с российской империей. Характер этих отношений свидетельствовал о зарождении новых тенденций в развитии связей между народами Туркестана и России. В ответ в Петербург были отправлены ташкентские посланники Мулла Джан Ахун и Ашур Али Бахадур. В 1800 г. была удовлетворена просьба Юнус-Ходжи. В Ташкент были отправлены горные инженеры М. Поспелов и Т. Бурнашев [8. Л. 18-18об.]. Это было начало нового периода, особенностью которого стало установление более тесных отношений Туркестана с Россией.

К концу XVIII в. сложились три торговых пути из среднеазиатских ханств в Россию: возобновился старый путь по Волге, Каспийскому морю и Мангышлаку к Хиве, а отсюда – к Бухаре и Коканду; установился второй путь – от Оренбурга или Троицка через Ташкент на Бухару и Коканд (часть товаров через Казалинск направлялась в Бухару); и третий путь – от Семипалатинска или Петропавловска через казахскую степь, вдоль реки Сары-су на Ташкент. От основных путей шли и мелкие ответвления.

Таким образом, можно заключить, что попытки России (впрочем, не всегда удачные) к установлению культурно-торговых контактов с народами Средней Азии, подогревая интерес правящих кругов Российской империи к загадочной Азии с ее необычным исламским менталитетом, подготавливали почву к решительным наступательным действиям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Архив внешней политики Российской Империи (АВПРИ). Ф.109. Оп.109/1. ДД.124-129.
2. АВПРИ. Ф.109. Оп.109/2. Д.17.
3. АВПРИ. Ф.109. Оп.109/2. Д. 78.
4. АВПРИ. Ф.109. Оп. 109/2. Д.79.
5. АВПРИ. Ф.109. Оп. 109/2. Д.134.
6. АВПРИ. Ф.109. Оп.109/3. Д.47.
7. АВПРИ. Ф.109. Оп.109/3. Д.52.
8. АВПРИ. Ф.111. Оп.111/1. Д.1.
9. АВПРИ. Ф.111. Оп.111/1. Д.2.
10. АВПРИ. Ф.111. Оп.111/1. Д.3.
11. АВПРИ. Ф.111. Оп.111/1. Д.5.
12. АВПРИ. Ф.125. Оп.125/1. Д.64.
13. АВПРИ. Ф.125. Оп.125/2. ДД.9-15.
14. АВПРИ. Ф.125. Оп.125/2. Д.36.

15. АВПРИ. Ф.125. Оп.125/3. ДД.36-40.
16. Бартольд В.В. Состояние и задачи изучения истории Туркестана / В.В. Бартольд // Соч. Т. 9. Ч. 2. М., 1977. 522 с.
17. Бахрушин С.В. История народов Узбекистана / С.В. Бахрушин. Ташкент. 1947. 674 с.
18. Валиханов Ч. Аблай / Ч. Валиханов // Собр. соч.: в 5 т. Алма-Ата, 1968. Т. 4. 482 с.
19. Вяткин М.П. Батыр-Срым / М.П. Вяткин. М.-Л., 1947. 392 с.
20. Иллерицкий В. Экспедиция князя Черкасского в Хиву / В. Иллерицкий // Исторический журнал. 1940. №7. С. 40-51.
21. Левшин А.И. Описание киргиз-казачьих, или киргиз кайсацких орд и степей / А.И. Левшин. СПб., 1832. 2-е изд. Алматы, 1996. 656 с.

Брежнева Светлана Николаевна –
доктор исторических наук, профессор, заведующий
кафедрой «Отечественная история и правоведение»
Поволжского государственного университета сервиса,
г. Тольятти

Svetlana N. Brezhneva –
Dr. Sc., Professor
Head of Department: National History and Law,
Volga Region State University of Services,
Tolyatti

Статья поступила в редакцию 15.11.11, принята у опубликованию 01.12.11

УДК 316.7

М.С. Ельчанинов

КУЛЬТУРНО-ИНФОРМАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ РАСПАДА СОВЕТСКОЙ СИСТЕМЫ

Автор исследует культурно-информационные аспекты распада советской системы. Влияние культурного контекста на социополитические процессы является весьма важным фактором социально-исторических изменений в современном мире.

Социальная энтропия, межкультурная коммуникация, социокультурные изменения, распад советской системы

M.S. Elchaninov

CULTURAL AND INFORMATION ASPECTS OF THE COLLAPSE OF THE SOVIET SYSTEM

The author researches the cultural and information aspects of the collapse of the Soviet system. The influence of the cultural context on socio-political processes is a highly important factor of the socio-historical changes in the modern world.

Social entropy, intercultural communication, sociocultural changes, the collapse of the soviet system

Великая идея в дурной среде превращается в ряд нелепостей

В. Ключевский

Смутное время побуждает к размышлению, но оно же порождает бесконечное множество иллюзий и мифов, утешающих несчастных людей, которые неожиданно оказались в неустойчивой ситуации перемен и хаоса. По-видимому, русские интеллектуалы традиционно склонны к мифотворчеству. Это мешает ясно и адекватно осмыслить исторические катастрофы, которые произошли в нашей стране в прошлом столетии. Без рациональной рефлексии крайне трудно извлечь из трагических событий в начале и конце XX века полезные и поучительные уроки. Поэтому, безусловно, критические размышления нужны, чтобы сегодня не повторять ошибок и глупостей, совершенных в прошлом.

Советское общество являло собой фрактальную социетальную систему, организованную и управляемую Партией/Государством. Это обеспечивало абсолютное монополистическое господство партийной номенклатуры и паразитическую устойчивость коммунистического социального строя. В советской системе центральную роль играли партийные структуры власти, которые управляли советским государством и обществом, контролируя поведение огромных масс людей и обеспечивая стабильный социальный порядок.

Как отмечает А.А. Зиновьев, «коммунизм принадлежит к такому типу организации человеков, при котором доминирующей является не самоорганизация масс людей снизу, а принудительная организация сверху, как это имело место в истории России с самого начала её существования. При этой организации решающую роль в объединении людей в целое принадлежит системе власти и управления, а не другим факторам, в том числе – не экономике» [3. С. 408].

Советская система, таким образом, в максимальной степени зависела от власти и управления. Следовательно, процессы, происходящие во властной иерархии, санкционированной и оправданной традиционной политической культурой, определяли функционирование и развитие советского государства и общества. Ключевую роль в советской системе играла правящая коммунистическая элита – номенклатура, которая широко использовала в своих собственных целях патриархальную психологию основной массы населения страны. В комплексе Партия / Государство номенклатура занимала центральное место, хотя это было скрыто декорациями мнимого конституционализма. По словам М. Восленского, «вождь революции Ленин изобрел организацию профессиональных революционеров. Глава аппарата Сталин изобрел номенклатуру. Изобретение Ленина было рычагом, которым он перевернул Россию... Изобретение Сталина было аппаратом, при помощи которого он стал управлять Россией, и оно оказалось гораздо более живучим» [2. С. 82].

Номенклатура стремилась к монополющей власти и безраздельному господству над населением страны. Поэтому коммунистический режим базировался главным образом на иерархической структуре советского общества, бедности и пассивности масс, искренне веривших в демократизм советской власти, хотя за её кулисами реально господствовала партийная олигархия. Советская система была закрытой, и процессы социальной энтропии в ней были неизбежны. Особенно закрытый характер носила партийная номенклатура, и поэтому в её среде уровень энтропии был наиболее высок. В период сталинской диктатуры процесс олигархизации коммунистической партии жестоко контролировался вождем, который, как правило, периодически уничтожал партийных олигархов. Тем не менее предотвратить энтропийные процессы в закрытой социальной системе объективно невозможно. Поэтому в период застоя и упадка государственного социализма резко ускорились процессы физической и интеллектуальной деградации советской партийной номенклатуры. По мнению А.А. Зиновьева, «в самой сильной степени кризис власти затронул её стержневую часть – партийный аппарат. Он утратил былой контроль за системой власти и оказался изолированным от управляемого общества. На него взвалили главную ответственность за то, в каком положении оказалась страна. Все нападки на представителей власти, обвинения их в коррупции, бюрократизме и консерватизме относились прежде всего к работникам партийного аппарата» [3. С. 453]. И это было вполне закономерно, так как партия конституировалась как «руководящая и направляющая сила» советского общества. Критика советской системы была критикой в первую очередь партии, которая олицетворяла все достоинства и недостатки государственного социализма. В этой ситуации коммунистическая партия была обречена на то, чтобы нести тотальную ответственность за все, что происходило в СССР. Традиционная политическая культура способствует фетишизации власти со стороны масс, но в неустойчивой, кризисной ситуации это чревато непредсказуемыми разрушительными последствиями. Не случайно абсолютная власть Партии/Государства, безраздельно доминировавшая в советском обществе, внезапно обернулась эквивалентным бессилием, и распад советской системы стал необратимым.

В СССР деградация партийной номенклатуры была совершенно очевидной, и это проявилось в первую очередь в её буржуазном перерождении и предательстве. Яд старческого маразма, поразившего партийную геронтократию в брежневский период, отравил даже тех, кто не страдал физической дряхлостью. И они, к сожалению, тоже продемонстрировали интеллектуальную и моральную неадекватность вызову эпохи глобальных перемен. Например, М.С. Горбачев публично признался в том, что он прорывался к высшему посту в государстве с целью уничтожения коммунизма. «Горбачевское руководство развязало кризис, дало толчок к нему. Горбачев своей политикой «нажал кнопку», и бомба кризиса взорвалась. Возможно, у горбачевцев было искреннее намерение улучшить положение в стране, но оно реализовалось в таких мерах, которые ускорили и углубили кризис. Процесс вышел из-под контроля властей, превратив их в марионеток и навязав им форму поведения, о какой они не помышляли ранее» [3. С. 451].

Демократизация открыла СССР мировым культурно-информационным потокам, и идеологическая изоляция советского общества стала разрушаться с нарастающей скоростью. Это резко усилило дифференциацию идеологического поля, где раньше монополюще господствовали коммунистические символы. Когда ослабла партийная цензура, сразу же последовал гигантский взрыв свободного слова, что, без сомнения, вызвало обострение культурно-символической борьбы за формирование нового общественного сознания, за новое видение будущего социального мира. Драматическая переоценка официальных коммунистических догм в массовом сознании быстро распространялась на другие сегменты советского общества, порождая психологически невыносимую атмосферу шоковых перемен. Романтическая эйфория вербальной революции захватила большинство советских людей, и только немногие коммунисты рискнули защищать то, что было исторически обречено. СМИ с воинствующим плюрализмом инсценировали «демократию без берегов», но ортодоксов изображали исключительно в нелепом, допотопном виде, и у них не было никаких шансов остановить лавинообразный поток антикоммунистического «шума и ярости».

На мировой политической сцене команда Горбачева демонстрировала дипломатию «нового мышления», суть которой объективно состояла в том, чтобы отказаться не только от имперских амбиций, но и национальных интересов [4]. Большинство советских людей, очарованных красноречием Горбачева, приветствовали деизоляцию СССР, мечтая о «социализме с человеческим лицом» и надеясь найти на Западе образец для социального подражания. Разумеется, эта была очередная великая утопия, на этот раз – капиталистическая. Она была внушена советскому народу не только материальным процветанием общества массового потребления, но и тотальной гедонистической пропагандой артефактов массовой культуры. В капиталистическую утопию слепо поверили многие советские люди, разочарованные в социалистическом аскетизме. По мнению А.А. Зиновьева, «была потеряна эпохальная цель общества – его ориентация на «полный коммунизм». Доминирующим стало состояние беспросветности. Идеиные интересы заглохли или оттеснились на задворки человеческих душ. Разрушилось также сознание исторической миссии советского народа и сознание внешнего эпохального врага. Советские люди стали видеть коммунистический идеал на Западе» [3. С. 454].

Перестройка в СССР, который на протяжении всей своей истории был тщательно отгорожен от капиталистического мира, вовлекла страну в сложный и противоречивый процесс глобализации, который обострил социальные, национальные, экономические, политические противоречия в многонациональном государстве. СССР начал подвергаться соблазнительному воздействию западных информационных, торговых, рекламных и других образцов массовой культуры и потребительской психологии. Авторитарный режим оказался вместе с обществом в водовороте глобализации. Рекламируемые материалистические артефакты капиталистического Запада буквально колонизовали социальное пространство Советского Союза, и это дало мощный импульс эскалации кризиса в советском обществе. Советские люди, загипнотизированные яркой рекламной интервенцией, стремились пожать плоды модернизации, испытать приятные соблазны современного капитализма, но экономические институты и ценности, сформированные в рамках государственного социализма, не могли конкурировать с высокоразвитыми достижениями постиндустриального общества, нацеленного на научно-технические инновации и прогресс. Мировые информационные, технологические, торговые и рекламные потоки, разрушая рутину закрытого советского общества, наглядно иллюстрировали отсталость реального социализма, прежде всего – с точки зрения потребительской психологии. В ситуации культурного шока кризис государственного социализма углублялся, и в реформаторской политике появлялись и новые возможности, и новые, быстро нарастающие риски.

Процесс перестройки в СССР, таким образом, неожиданно вошел в стадию бифуркации, где роль случайности резко возрастает. Система Партия/Государство быстро деградировала, усугубляя процесс хаотизации в советском обществе. Народ ещё наивно верил в социалистический идеал, тогда как номенклатура уже грубо и плотоядно вождела частной собственности, власти, денег. Велеречивые заявления о верности партии социалистическому выбору выглядели нелепым, смехотворным фарсом на фоне нарастающей дез-интеграции СССР. Страна необратимо втягивалась в водоворот геополитической турбулентности, но коммунистические вожаки, раболепствующие перед Западом, с мазохистским сладострастием крушили социализм, а вместе с ним и тысячелетнюю российскую государственность, и русскую культуру. Горбачев и его окружение проводили откровенно антинациональную политику, превращаясь из руководителей великой державы в ничтожных терминаторов, направляемых Западом по пути рокового ослабления, а затем и уничтожения Советского Союза. Ирония истории состоит в том, что в первую очередь был уничтожен СССР, и постсоветское пространство оказалось отброшенным к мрачным временам этнического и племенного варварства.

Этой сумбурной, хаотической обстановкой цинично воспользовалась партийно-государственная номенклатура. Она поразительно легко отклеилась от коммунистической идеологии в пользу либеральной и, по сути, осталась монопольным субъектом формирования новой модели общества – олигархического капитализма. Советская партийная номенклатура весьма искусно мимикрировала в квазидемократической среде и, более того, не только сохранила свои доминирующие позиции, но и многократно усилила их, причем если речь идет о новых привилегиях, то они стали просто беспрецедентными.

Реформирование посткоммунистической России продолжалось по сценарию социетальной катастрофы. Отсутствие национальной идеи и научных знаний, адекватных сложности бифуркационного процесса в постсоветском обществе, усугублялось доминированием традиционной политической культуры и радикальными импровизациями администрации Б.Н. Ельцина. В период его правления социально-политический процесс представлял собой неустойчивую конфигурацию различных конкурирующих альтернатив, но выбор конкретной социетальной модели будущего зависел прежде всего от харизматического лидера и иррациональной психологии масс. Именно в контексте политической борьбы за власть определялся и вопрос об исторической альтернативе постсоветской России: 1) либерально-демократический капитализм; 2) демократический социализм; 3) дикий, криминальный капитализм; 4) реставрация государственного социализма; 5) полная анархия, хаос, развал и гибель государства.

В период постперестройки в поле политики действовали такие основные акторы, как радикальные демократы, умеренные демократы, социал-демократы и коммунисты, хотя соотношение этих политических сил со временем менялось. Радикальные националистические группировки занимали маргинальные пози-

ции. Логика поляризации политического поля привела к тому, что основной конфликт развивался между радикальными демократами и коммунистами, вовлекая в свою орбиту второстепенные политические силы. В этой ситуации перспективы социальной демократии выглядели проблематично, хотя не исключено, что в будущем модель демократического социализма, возможно, будет востребована сильно дифференцированным обществом.

После падения коммунистического режима казалось, что наступил звездный час радикальных демократов и либеральной идеологии. Довольно быстро в стране была создана инфраструктура демократии и рыночной экономики, но эйфория демократизации исчезала по мере нарастания экономического, политического и социального кризиса. Будущее демократии, правового государства, гражданского общества, демократической политической культуры становилось крайне проблематичным, поскольку либерализация цен, инфляция и приватизация государственной собственности дали мощный импульс теневой экономике, которая, как известно, зародилась ещё в недрах социализма. В условиях постсоциалистической аномии криминализация российского государства и общества стала доминирующей тенденцией системной трансформации. Более того, криминальная практика капиталистической реставрации, резонирующая со смутой в стране, оказалась чрезвычайно агрессивной и живучей и, бурно развиваясь по пути наименьшего сопротивления, самоорганизовалась в систему дикого плутократического капитализма. Как утверждал М. Вебер, «капитализм по своему типу может выступать как авантюристический, торговый, ориентированный на войну, политику, управление и связанные с ними возможностями наживы» [1. С. 53].

Именно дикий, авантюристический капитализм стал уделом постсоветской России. Казалось, в ходе реформирования главная борьба в политическом поле происходит между демократами и коммунистами. На самом деле, однако, в кризисном обществе, где быстро разрушались традиционная политическая культура и устойчивые социальные связи, трансформационный процесс определялся такой латентной структурой, как организованная преступность. В обществе, освободившемся от коммунистической диктатуры и традиционной морали, структурированной и агрессивной оказалась мафия, эксплуатирующая теневую экономику. Организованная преступность развязала, по существу, криминальную войну за сферы влияния в экономике и настолько диверсифицировала свои нелегальные структуры, что смогла в своих корпоративных интересах контролировать и использовать институты государства. В свою очередь, деградирующая управленческая элита превратилась в дисфункциональную иерархическую систему, в которой под влиянием субкультуры преступного мира утвердилось господство неформальных правил, норм и отношений, более действенных и значимых в реальной жизни, чем официальная система права. По сути, криминальный альянс мафиозных и бюрократических структур стал самогенерирующейся социальной флуктуацией, которая в момент бифуркации оказала чрезвычайно опасное формирующее воздействие на новую структуру-аттрактор (демократию/рынок) российского социума. Криминалитет моделировал макросоциальный образец России в соответствии со своими имманентными признаками, и поэтому социетальная система, сформировавшаяся в период радикальных реформ, запечатлела в своем социальном генотипе структурные и функциональные свойства теневой экономики и мафии. Другими словами, постсоциалистическая Россия была организована в соответствии с теми субкультурными образцами, правилами и ценностями, которые доминировали в мафиозно-бюрократическом мире. В результате в стране сформировался дикий, криминальный капитализм, отвергающий демократическую политическую культуру и совершенно равнодушный к национальным интересам России.

Итак, в период социетальной катастрофы резко возрастают нелинейные эффекты, появляются новые исторические альтернативы, включая, как ни грустно, фатальный вариант. Активные субъекты, ориентированные на лучшее будущее, пытаются осмыслить эти сложные метаморфозы и, несмотря на торжество социальной стихии, найти рациональные решения проблем нестабильного российского социума. Однако социетальное преобразование России происходит по традиционному сценарию радикальной импровизации и смуты, когда эгоистические желания властвующей элиты превалируют над национальными интересами страны. В этой неустойчивой ситуации обществу навязывается внешне заманчивая политическая мифология, маскирующая реальную стратегию, которая не отвечает национальным интересам России. В частности, для режима Ельцина либеральный курс был не только идеологической риторикой, но и орудием олигархической политики, с помощью которой постсоветской номенклатуре удалось конституировать в стране капитализм, правда, не либерально-демократический, а дикий и криминальный.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вебер М. Избранные произведения / М. Вебер. М.: Прогресс, 1990. 808 с.
2. Восленский М. Номенклатура / М. Восленский. М.: Захаров, 2005. 640 с.
3. Зиновьев А.А. На пути к сверхобществу / А.А. Зиновьев. М.: Центрполиграф, 2000. 638 с.
4. Уткин А.И. Большая восьмерка: цена вхождения / А.И. Уткин. М.: Алгоритм, 2006. 480 с.

Ельчанинов Михаил Семенович –
Профессор Поволжского государственного
университета сервиса, г. Тольятти

Mikhail S. Elchaninov –
Professor
Volga Region State University of Services, Tolyatti

Статья поступила в редакцию 24.10.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 316.7

А.И. Бочкарев, Т.С. Бочкарева

СОЦИОКУЛЬТУРНАЯ ДИНАМИКА ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ СОВРЕМЕННОЙ РОССИИ

Раскрыты содержание и смысл влияния и сочетания социокультурной динамики инновационных процессов современной России с формированием инновационной культуры и становлением профессионализма личности и общества в инновационной образовательной среде multidisciplinary didactic complexes. Разработана модель познавательной, управленческой, образовательной и культурологической деятельности, которая трансформируется в вариативную модель формирования культуры инновационного мышления личности и общества, ядром которой является инновационная образовательная среда. Показано, что социокультурная модернизация – это рождение культуры инновационной деятельности личности и общества современной России.

Формирование инновационной культуры, модель культурологической деятельности, модель формирования культуры инновационного мышления личности и общества, социокультурная модернизация России

A.I. Bochkarev, T.S. Bochkareva

SOCIOCULTURAL DYNAMICS OF INNOVATION PROCESSES OF MODERN RUSSIA

The authors reveal the content, and influence of both socio-cultural dynamics of innovative processes in modern Russia, as well as formation of innovative culture and professional individual and society in the innovative educational environment of multidisciplinary didactic complexes. The authors present a model of cognitive, managerial, educational and cultural activity transformed into a variable-based model of an individual and society possessing innovative thinking culture. The core of this culture is an innovative educational environment. It is shown that sociocultural modernization facilitates innovative activities of an individual and society in modern Russia.

Formation of an innovative culture, the model of cultural activity, the model of formation of innovative thinking culture of the individual and society, sociocultural modernization of Russia

В последние годы появились работы, в которых анализируется социокультурная динамика инновационных процессов, происходящих в современной России. Некоторые авторы пытаются рассматривать проблему возросшей динамики в контексте формирования профессионализма, основанного на взаимоотношении науки и общества в сфере культуры, точнее инновационной культуры. Однако понимание инновационной культуры и способов ее формирования в профессиональном образовании не становится единым, общепринятым и доступным. Многие авторы пытаются втиснуть инновационные тенденции в современной науке и образовании в традиционные классические детерминистские рамки, основанные на адаптации, модернизации и др. На наш взгляд это весьма примитивное видение будущего, оторванное от синергетических закономерностей открытых неравновесных систем, каковыми являются наука, образование, культура.

Авторы солидарны с позицией академика Е.В. Бондаревской, суть которой выражена в том, что «образование – это базовый процесс в культуре, и его содержание должно быть устремлено к универсуму культуры. Качество образования ... измеряется качеством человека, который воспитывается образованием». «Исходным моментом современного образования становится целеориентация на воспитание человека, спо-

собного к строительству будущего, обладающего системой знаний, ценностей и личностных смыслов, силой духа, нравственными устоями, творческим потенциалом и развитыми инновационными способностями» [11].

Вынесенный в заглавие нашей статьи тезис предполагает сочетание развития социокультурной динамики с инновационными процессами современной России – формирования инновационной культуры и становления профессионализма человека, недостаточно изучен в науке. Целью данной работы является постановка вопроса о взаимодействии указанных процессов, изучение степени их взаимного влияния и нахождение для этого необходимых и достаточных методологических оснований.

В начале XXI в. понятие «модернизация приобретает дополнительное значение – она становится социокультурной. Это новый для России тип инновационного развития и новая модель государственной политики, предусматривающая одновременное включение трех ключевых модернизационных факторов [16]: 1) укрепление лидирующей роли государства; 2) концентрация ресурсов на приоритетных направлениях общественного развития; 3) формирование инновационной экономики, развитие институтов гражданского общества, ориентированных на ценности модернизации современной России» [17].

Процесс «социокультурной модернизации направлен на формирование российской нации как солидарного гражданского сообщества, объединенного системой базовых национальных ценностей, идеалов и приоритетов, среди которых важнейший – построение высокотехнологичного, инновационного российского общества. Не технологическое переоснащение как таковое является целью социокультурной модернизации, а развитие способности граждан, общества в целом создавать, совершенствовать передовые технологии и использовать их во благо» [16].

Понимание модернизации исключительно как технологического прорыва непродуктивно, т.к. сколько бы не говорили и спорили о том, что в науке уже все почти известно, и что все определяется технологией, это заблуждение. Во-первых, успехи модернизации зависят от человека, мотивированного на труд и творчество в общественной и профессиональной среде, во-вторых, трудности модернизации в несформированности такой комфортной социокультурной инновационной среды в современной России [6], приводящей часто к тому, что «государство вынуждено не только инициировать, но и осуществлять модернизационные инновационные процессы при незаинтересованном, безучастном созерцании и непонимании происходящего большинством граждан» [16].

Предметом социокультурной модернизации является само общество как система экономических, политических, социальных и личностных отношений.

Важнейшая задача современного этапа модернизации как указано в стратегии России 2020 [17], – создание инновационного уклада национальной жизни, инновационного человека, обладающего культурой инновационной деятельности. Модернизация России современного, социокультурного типа предусматривает совершенствование не только техники, технологий, производств, но социальных и личностных отношений, определяемых в целом как инновационный уклад жизни общества. Этот уклад в России предстоит создавать практически заново, соблюдая преемственность [3], исходя из понимания, что «инновационные технологии – производные от форм социальной жизни, в основе которых лежат ценности культуры, образования, науки, труда, творчества, саморазвития, самореализации человека, общественного блага, прогресса, свободы» [16].

Инновационный уклад жизни – это основной «социальный механизм перехода от традиционного общества, ориентированного на стабильность и неизменность условий жизни, к инновационному обществу, к человеку, для которого достижение все новых и новых горизонтов сознания, деятельности, жизни, мира является одним из важнейших приоритетов» [16]. Согласно синергетике, без неравновесности нет развития, что стабильность приводит к застою, деградации, тупику эволюции. Так что стабильность социальной системы должна держать «порядок в хаосе», но не доводить ее до анархии, полного хаоса, с одной стороны и до тупика эволюции, остановки в развитии из-за излишнего силового воздействия – с другой. «Социокультурная модернизация – это, прежде всего, развитие системы социальных отношений, целенаправленный переход к инновационному обществу посредством создания инновационного уклада национальной жизни» [16]. Ведущим видом социально-культурной деятельности являются инновационные процессы, направленные на рождение новой России, нового национального духа при сохранении преемственности в нашей истории и культуре.

Главный субъект модернизации – человек, которому интересно жить, трудиться, творить в России, который испытывает страсть к новому, заново открывает и переоткрывает мир в себе и непрерывно расширяет свои личностные границы в различных формах деятельности, в том числе экономической и научно-технологической.

Обратимся к существующим определениям рассматриваемых явлений.

«Социокультурная модернизация – это целенаправленная государственно-общественная политика (определение общественных приоритетов, управление кадровыми, финансовыми, информационными ресурсами и т.д.) по формированию инновационной активности граждан в экономической, социальной, научно-технической и иных видах общественной деятельности, их способностей к духовно-нравственному, гражданско-патриотическому, эстетическому, интеллектуальному, социальному развитию в течение всей

жизни, совершенствованию социальных отношений и окружающего мира, духовной консолидации общества на основе общенациональных приоритетов, нравственных ценностей и традиционных моральных норм многонационального народа России» [16].

«Инновационный уклад жизни – социальная основа модернизации, система общественных отношений, целенаправленно поддерживаемая государством, институтами гражданского общества, образованием, культурой, СМИ, другими социальными субъектами воспитания и социализации граждан, обеспечивающая духовно-нравственное, гражданско-патриотическое, интеллектуальное, социальное и иное конструктивное развитие гражданина в процессах решения совместно с другими значимыми для него людьми лично и общественно значимых задач» [16].

Под «профессионализмом следует понимать совокупность психофизиологических, психических и личностных изменений, происходящих в человеке в процессе овладения и длительного выполнения деятельности, обеспечивающих качественно новый, более эффективный уровень решения сложных профессиональных задач в особых условиях» [8, 15].

Под «инновационной культурой понимается способность личности к созданию и использованию новшеств в материальной и духовной сферах культуры при сохранении в них динамического единства старого, современного и нового, основанная на инновационной восприимчивости, креативности, знаниях, умениях, опыте, инновационном мышлении и творческом потенциале» [1-3, 13].

В современной науке и профессиональном образовании происходят два процесса: дифференциация различных областей научного знания, приводящая к подготовке узких специалистов, и возрастающая интеграция, сопровождающаяся взаимопроникновением исследовательских методов точных наук в гуманитарные, и наоборот. Важнейшей задачей профессионального образования является формирование доминантных компетенций в виде инновационной культуры специалиста, представляющей гармонию знаний, мышления, чувств, поведения и деятельности [13].

В последнее время появились научные труды, в которых разрабатываются проблемы изучения устойчивых интегральных личностных качеств культуры инновационной деятельности личности (Е.В. Бондаревская, В.А. Слостенин, А.К. Маркова). Несмотря на имеющиеся научные результаты по этой проблеме, самой идее формирования культуры инновационной деятельности в профессиональном образовании посвящены единичные исследования, социокультурная поддержка основ инновационной культуры личности в образовательном пространстве вуза не стала предметом специальных исследований, за исключением обсуждения проблем формирования инновационного поведения молодежи современной России [9] и монографии авторов [3].

В задачу формирования культуры инновационной деятельности в образовании [3] входит, с одной стороны, демонстрация единства современного естествознания [6] как науки со своим множественным предметом исследования, с другой – обоснование положений, из которых становится ясно, что современное естествознание является основой любого знания – и естественно-научного, и гуманитарного. Гуманитарное содержание современного естествознания связано с развитием мышления (нелинейного, синергетического, инновационного), формированием мировоззрения, воспитанием чувств [6, 11, 12]. Современное состояние научного знания характеризуется тенденцией к мультидисциплинарному [1-3] взаимопроникновению, системообразующим фактором которого являются синергетический подход, большие эвристические возможности синергетической образовательной среды и теории фракталов. Имеются веские основания полагать, что обращение фрактальных представлений на познавательную и профессиональную инновационную деятельность субъекта обернется новым концептуальным сдвигом в решении проблем качественного образования [3]. Необходимость такого обращения определяется сложностью системы учебно-познавательной, управленческой, образовательной и культурологической деятельности, возросшей настолько, что традиционные подходы уже не позволяют оценить ситуации, ни тем более прогнозировать последующие состояния.

Между элементами и подсистемами различного уровня познавательной деятельности существуют отношения фрактального подобия, которые обуславливают органический характер совместной деятельности (интеракции) субъектов образования, носящие объективный характер, но в своей полноте способные реализоваться только через цикличное рефлексивное управление этой деятельностью в специально спроектированной синергетической образовательной среде вуза [3]. Фрактальные представления о структурном подобии части и целого выводят на новые возможности решения проблем совместной профессиональной инновационной деятельности в синергетической среде.

Согласно гегелевской диалектике, движение по цепи: «цель – средство – результат» отражает смысл многомерной иерархии узловых противоречий, в которой каждый узел фрактально раскладывается в свое собственное подобие. Смысл – это то, что сужает коридор возможностей, ограничивает их число, создает переход от настоящего к будущему (или от прошлого к настоящему). Нет движения вне направления и движения выше цели. Цель, противоречащая законам движения и не отвечающая его направлению, – бессмысленна. Не цель придает смысл развитию, а развитие – цели. Осмысленные цели достижимы и лежат в русле от прошлого к будущему [3, 6]. Логика Гегеля (тезис – антитезис – синтез) представляется как «квазифрактал» развития, «фрактальная структура самопорождения смысла» изменений в системах различной природы.

Методология деятельности в синергетической среде как основание новой парадигмы берет начало в самой структуре научного познания [7], когда центр внимания переносится с равновесных процессов и структур на неравновесные в русле теории самоорганизации открытых систем. Концепция синергетической среды открытого образования предполагает обеспечение на базе высоких наукоемких технологий [6] полной академической свободы личности в выборе форм, способов и места доступа к потребному знанию с минимальными энергетическими и номинальными интеллектуальными затратами.

Нами исследовалась и проектировалась синергетическая среда в профессиональном образовании как новое направление в современной дидактике [1-3, 6, 7]. В качестве методологического системообразующего основания служили личностно-деятельностный, мультидисциплинарный, синергетический подходы, идея формирования инновационной культуры в профессиональном образовании. Результатом исследования явилось создание функционально полной модели (рис. 1) познавательной, управленческой, образовательной и культурологической деятельности в синергетической среде. В основе модели (рис. 1) [3, 6, 13] лежат гносеологические, онтологические, методологические и праксеологические процедуры системной мыследеятельности, включающие следующие умственные действия, приемы и операции: по логической схеме процесса: индукция, дедукция, анализ, синтез, абстрагирование, обобщение, сравнение, классификация, инверсия, рефлексия, гипотеза, эксперимент и др.; по функциям классификации: прогностическая (индукционная), познавательная (гносическая) и измерительная (праксеологическая) процедуры; по форме результата: определение понятия, суждение, умозаключение, создание нового образа, теорема, закономерность, закон, модель, теория.

Модель содержит разделенное пространство на реальный (внизу) и рефлексивный мир (вверху). Левый верхний квадрант для рефлексивного мира отражает зону Веры и, в пределе, веру в первопричину всего сущего. Правый верхний квадрант отражает зону Науки (Разума) и, в пределе, веру в Абсолютную истину по Гегелю. Нижний левый квадрант соответствует материальному миру, а справа – миру искусственному, всему, что создано человеческой культурой.

В центре находится субъект-субъектная подсистема познания, управления и учения, владеющая процедурами системной мыследеятельности: индукцией и дедукцией, анализом и синтезом; методами классификации, моделирования и абстрагирования, инверсией, рефлексией, сравнения, измерения, выдвижения гипотез, проектирования и конструирования, прогнозирования и планирования, синергетическим (инновационным) стилем мышления и др., замыкающимися на праксеологическую составляющую цикла познавательной, управленческой, образовательной и культурологической деятельности.

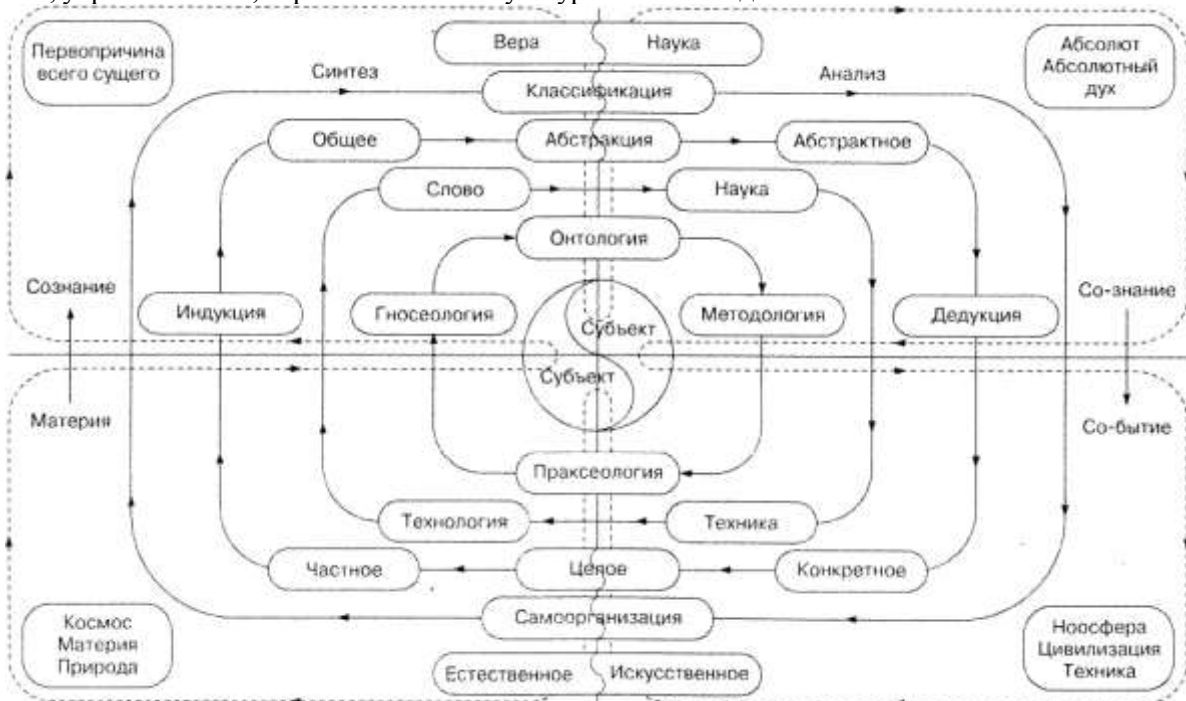


Рис. 1. Модель познавательной, управленческой, образовательной и культурологической деятельности в синергетической среде

В этой модели важно, что любой квант знания – «когнитон» – генерируется [3, 4, 6] как результат полного цикла познавательной, управленческой, образовательной и культурологической деятельности, охватывающий все пространство через некий «синергетический метаязык» (штриховая кривая по ходу часовой стрелки, охватывающая все квадранты и сходящаяся в центре), понятный естественнику и гуманитарно.

Проходя всю логическую цепочку, будущее знание, начинаясь как факт, частность, свойство, затем накапливается и с помощью метода индукции превращается в общее свойство – метазнание. Применение к

метазнанию методов анализа и синтеза, классификации, моделирования и абстрагирования превращает его в форму «абстрактного метазнания», «чистой идеи», обладающей качествами красоты и гармонии. Абстрактное метазнание для превращения в истинное знание должно быть проверено практикой в результате проектирования.

Организация процесса подготовки специалистов к инновационной деятельности требует определения и соблюдения условий, обеспечивающих эффективность образовательного процесса формирования инновационной культуры средствами мультидисциплинарных дидактических комплексов. К ним можно отнести создание инновационно-ориентированной креативной синергетической образовательной среды комплексов, включенной в информационную образовательную среду вуза. Инновационная образовательная деятельность – это деятельность, благодаря которой происходит развитие образовательного процесса (тогда как традиционная образовательная деятельность ориентирована на обеспечение стабильности образовательного процесса). Инновационную образовательную деятельность нельзя построить по готовой схеме, она создается на основе личной или групповой инициативы «здесь и сейчас», из анализа и разрешения каких-то противоречий образования [3].

Под педагогическими условиями организации подготовки студентов к инновационной деятельности понимают всю совокупность условий образовательного процесса в вузе, прямо или косвенно влияющих на процесс формирования личности будущего специалиста, становление и развитие его профессиональной культуры инновационной деятельности.

Инновационный потенциал вуза – это мера его готовности выполнять задачи достижения инновационной образовательной цели, реализации инновационного преобразования, формирования культуры инновационной деятельности субъектов образования и др. Скорость изменения инновационного потенциала вуза означает его эластичность, а, стало быть, формирует векторизацию инновационной образовательной деятельности, ее необратимость и закономерность, т.е. развитие [3].

Согласование наукоемкого содержания мультидисциплинарных дидактических комплексов с целями образования обеспечивает формирование культуры инновационной деятельности специалиста и сферы его деятельности, способного к восприимчивости инновационных изменений знаний в соответствии с эволюцией систем в природе, технике, технологии, культуре. Только в этом случае в соответствии с идеей «образования в течение всей жизни» можно говорить о качественной самоподготовке саморазвивающейся личности специалиста с высоким уровнем общей и инновационной культуры.

Первое фундаментальное основание, на которое опирается любая программа инновационной образовательной деятельности, это сам принцип деятельности. Эти программы деятельности по своему происхождению и сути (являются разрешением противоречий, возникших в процессе реализации некоторой образовательной деятельности), по способу реализации (поскольку предполагают деятельностную активность субъекта, являются программами деятельности, а не «учебными программами», описывающими некоторую сумму информации, которая должна быть транслирована студенту) и по результатам (результатом реализации программ инновационной образовательной деятельности является возникновение и укоренение в образовательном пространстве профессионального образования новых видов деятельности; да и сам процесс развития инновационной образовательной деятельности является здесь важнейшим образовательным результатом).

Поэтому инновационная деятельность невозможна без глубокой проработки деятельностных оснований (то есть оснований, не заданных «до-деятельностно», априорно, а вырабатываемых непосредственно в процессе осуществления данной деятельности) [3].

Фундаментальным основанием программ инновационной образовательной деятельности является то, что все они так или иначе встраиваются как исследовательские программы [3], то есть программы, результатом реализации которых оказывается содержательное понимание осуществляемой инновационной деятельности, содержательная теоретичность ее интерпретации. Содержательная теоретичность, связанная с алгоритмом отбора и структурирования содержания [3], с внедрением высоких образовательных технологий, способствует пониманию осуществляемой инновационной образовательной деятельности в среде мультидисциплинарных дидактических комплексов и, следовательно, в свою очередь, становится основой дальнейшего развития этой деятельности в инновационном профессиональном образовании.

Принципиально важной особенностью инновационной образовательной деятельности является то, что она развивается в проектной форме [3]. Деятельность проектирования адекватна самой специфике инновационной образовательной деятельности, поскольку ее предметом оказывается открытое, формирующееся пространство образовательных целей и задач. В этом ее отличие от деятельности планирования, которая решает заранее известные задачи и заранее поставленные цели. Поэтому идея проектной образовательной деятельности на сегодня является не просто доминирующей в массиве образовательных инициатив, но может рассматриваться в качестве фундаментального принципа инновационной образовательной деятельности [3]. При этом изменение предметности образования выступает в качестве основания инновационной деятельности субъектов образования, а содержанием образования во все большей мере становится сам про-

цесс рождения нового содержания образования в виде мультидисциплинарных дидактических комплексов [3].

Культура есть собственно образование [14], она объемлет образование, одновременно образовывает и образование, и человека. Культура интегрирует знания, формирует внутри себя «память» знаний, поэтому она есть основание общественного интеллекта. Культура воспроизводит общественный интеллект, воспроизводит науку, образование и просвещение, как свои неотъемлемые части, а образование воспроизводит культуру. Поэтому бытие компетенций человека, как и образования, их формирующего, осуществляется только в культуре [14].

Культура – гарант духовно-нравственного качества профессиональных и универсальных компетенций. И если профессионально-процедурные компетенции могут абстрагироваться от контекста культуры, то универсальные компетенции – это культуроморфные компетенции. Культурные компетенции – «ядро» или «корень» построения универсальных компетенций [14]. Триада «предметности» культуры по М.С.Кагану такова: <знание, ценность, проект>. Компетенция есть механизм, порождающий созидание (творчество) [14], т.е. переводящий «знание» с помощью «ценностей» и «проекта» – «модели желаемого будущего» или «модели цели», в какой-то новый результат или, вернее, в процесс созидания нужного результата. В этом определении важна опосредующая роль «ценностей» и «проекта», за которыми стоит культура, что и позволяет говорить о культуроморфности компетенций, особенно универсальных.

Любое проектирование нацелено на создание технологий. В нем как деятельности можно обнаружить свою совокупность инструментальных средств, свой подход к ресурсам и, особо подчеркнем, свой нелинейный синергетический, инновационный стиль мышления, свой ценностный мир.

Выделение этих взаимосвязанных компонентов позволяет представить проектирование синергетической инновационной образовательной среды профессионального образования как нелинейную динамическую систему, генерирующую в заданных пределах созидательную структуру общества, его инновационную культуру как способа жизни, а также определяющую современное состояние образования и перспективы развития современной России [3, 4, 15].

Инновационная культура создается не сама по себе, она выступает инструментом человека для всестороннего развития его личности, является доминантным конкурентным преимуществом на рынке труда в условиях инновационной экономики, основой профессионализма, поэтому актуальным является формирование ее в профессиональном образовании [3, 5, 15].

Регулятором развития служит интерес, осознание чего-либо, вызывающее у человека побуждение к инновационному действию через инновационное мышление, которое необходимо сформировать в сознании человека, и инновационную культуру (рис. 2) – в этом залог постоянного развития и самосовершенствования, социализации, повышения конкурентоспособности специалиста. Модель формирования культуры инновационного мышления, показанная на рис. 2 является развитием модели (рис. 1), повторяющей структуру, интерактивное ядро, выраженное символически, подчеркивающее дуальный характер мышления, интеллекта, коллективного интеллекта и диалогового взаимодействия субъектов в познавательной, управленческой, образовательной и культурологической деятельности.

Культура инновационного мышления связывает прошлое и будущее в настоящем, «конвертирует» традиции (потребности) в инновации (интересы).



Рис. 2. Модель формирования культуры инновационного мышления личности в профессиональном образовании

Структура индивидуальных интересов, отвечающих современным требованиям развития экономики, должна формироваться под влиянием инновационной культуры, которая способствует «построению баланса профессиональных и экономических интересов с преобладанием первых, нацеливающих индивида на самореализацию в культуре инновационной деятельности» [10].

Инновационное профессиональное образование должно формировать необходимые компетенции в виде культуры инновационной деятельности по модели, предложенной в [3, 5, 15], влиять на экономическое мышление, формировать систему устойчивых образов инновационного, синергетического мышления, побуждающего индивида к культуре инновационной деятельности, сочетающего связь прошлого и будущего в настоящем, в итоге к становлению профессионализма выпускаемых специалистов.

Модернизация – это рождение новой страны, нового национального духа культуры инновационной деятельности при сохранении преемственности в истории и культуре. Только обновляясь, находя в себе самом силы для возрождения на пути инновационного развития, народ России может сохраниться в стремительном потоке мировой цивилизации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бочкарева Т.С. Мультидисциплинарные дидактические комплексы как средство формирования инновационной культуры студентов вузов / Т.С. Бочкарева // Известия ЮФУ. Педагогические науки. Ростов-на-Дону, 2008. №6. С. 150-160.
2. Бочкарев А.И. Мультидисциплинарный феномен инновационной культуры личности / А.И. Бочкарев, Т.С. Бочкарева // Известия ЮФУ. Педагогические науки. Ростов-на-Дону, 2009. №8. С. 58-67.
3. Бочкарева Т.С. Формирование инновационной культуры в профессионально образовании: монография / Т.С. Бочкарева, А.И. Бочкарев, Р.А. Бочкарева. Тольятти, 2009. 324 с.
4. Бочкарев А.И. Становление профессионализма выпускников университета в среде инновационной культуры / А.И. Бочкарев, Т.С. Бочкарева // Школа университетской науки: парадигма развития. Тольятти, Поволжский гос. ун-т сервиса, 2010. том 2, №2. С.141-144.
5. Бочкарева Р.А. Вариативность формирования конкурентных преимуществ профессиональным образованием / Р.А. Бочкарева // Экономика образования. Кострома, 2010. №1. С. 157-162.
6. Бочкарев А.И. Концепции современного естествознания: учеб. / А.И. Бочкарев, Т.С. Бочкарева. М.: КноРус, 2011. 312 с.
7. Бочкарева Т.С. История науки и техники: учеб. Пособие / Т.С. Бочкарева. Тольятти: Изд-во ТГУС, 2007. 224 с.
8. Попова (Смолик) С.Ю. Инновационная культура как основа становления будущих профессионалов / С.Ю. Попова (Смолик) // Проблемы формирования инновационного поведения молодежи в современной России: тр. Всерос. науч. конф. М.: РИЦ МГТУ им. М.А.Шолохова, 2009. С. 207-211.
9. Зверев А.Л. Основные результаты исследования по проблеме формирования инновационного поведения российской молодежи / А.Л. Зверев // Проблемы формирования инновационного поведения молодежи в современной России: тр. Всерос. науч. конф. М.: РИЦ МГТУ им. М.А.Шолохова, 2009. С. 139-171.
10. Кобяк О.В. Роль инновационного образования в формировании креативного индивидуального экономического мышления и инновационной общественной культуры / О.В. Кобяк, И.А. Андрос // Подготовка научных кадров высшей квалификации с целью обеспечения инновационного развития экономики: Междунар. науч.-практ. конф. Минск: ГУ «БелИСА», 2006. 146 с.
11. Бондаревская Е.В. Методологические проблемы становления педагогического образования университетского типа / Е.В. Бондаревская // Известия ЮФУ. Педагогические науки. 2010. № 8. С. 15-29.
12. Бочкарев А.И. Мозаичность понимания в картине инновационного профессионального образования / А.И. Бочкарев // Известия ЮФУ. Педагогические науки. 2010. № 7. С. 25-30.
13. Бочкарева Т.С. Инновационная культура личности в профессиональном образовании / Т.С. Бочкарева // Известия ЮФУ. Педагогические науки. 2010. № 7. С. 165-170.
14. Субетто А.И. Универсальные компетенции: проблемы идентификации и квалиметрии / А.И. Субетто. СПб., М., Кострома: Иссл. Центр пробл. качества подг. спец., КГУ им. Н.А.Некрасова, Смольный университет РАО, 2007. 150 с.
15. Фактор времени в экономике: монография / В.А. Бердников, А.И. Бочкарев, Р.А. Бочкарева, В.М. Корнев. Самара: Изд-во Самар. гос. экон. ун-та, 2011. 444 с.
16. Данилюк А.Я. Развитие человеческого потенциала средствами воспитания и социализации в условиях модернизации России / А.Я. Данилюк, А.М. Кондаков // Известия ЮФУ. Педагогические науки. 2010. № 12. С. 15-27.
17. Инновационная Россия 2020: стратегия инновационного развития РФ на период до 2020 года. М.: Минэкономразвития России, 2011. 123 с.

Бочкарев Александр Иванович – доктор педагогических наук, профессор заведующий кафедрой «Современное естествознание» Поволжского государственного университета сервиса, г. Тольятти

Aleksandr I. Bochkarev – Dr. Sc., Professor
Head of Department: Contemporary Natural Sciences, Volga Region State University of Service, Tolyatti

Бочкарева Татьяна Сергеевна – старший преподаватель кафедры «Сервис технических и технологических систем» Поволжского государственного

Tatyana S. Bochkareva – Senior Lecture,
Department: Servise for Technical and Technological Systems,

УДК 651.926:82.035

С.П. Анохина

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ КАК ПЕРЕВОДЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА*Описываются возможности разночтения отдельных текстов Нового Завета в их русскоязычном, англо-и немецко-язычном переводах.*

Интерпретация, многозначность, перевод

S.P. Anokhina

INTERPRETATION THROUGH TRANSLATION*The article describes the differences in the interpretation of some New Testament texts in the translations into Russian, German and English.*

Interpretation, polysemy, translation

Переводчик, как и любой человек, воспринимает текст субъективно. Отсюда неизбежны разночтения одного и того же текста различными переводчиками, независимо от глубины их знаний языка исходного текста и языка переводного текста, а также их общекультурного уровня. Адекватная интерпретация или адекватное толкование текста приобретают еще большую значимость при обращении к текстам Священного Писания, так как мы имеем дело уже с переводами Библии, а не с первоисточником, а «любой перевод есть уже толкование. Любое слово чужого языка может быть переведено несколькими словами языка переводчика» [1].

Более того, переводчик должен не только догадаться, какое из многочисленных значений слова было использовано в данном случае, но и обосновать свою догадку. В качестве примера того, что догадки переводчика не всегда верны и бесспорны, диакон А. Кураев приводит следующий отрывок из Письма к Колоссянам Св. Ап. Павла: «В русском переводе Кол. 2, 13-14 говорится: Вас, которые были мертвы ... оживил вместе с Ним, простив нам все грехи, истребив учением бывшее о нас рукописание, которое было против нас». При таком переводе получается чисто теософская, гностическая мысль: учение оживает нас, учение Христа очищает нас от рукописания греха. Не жертва Христа спасет, но его проповеди (или наше согласие с Его учением, что граничит уже с самоочищением и самоспасением).

На самом деле перевод: «Истребив рукописание с утвержденным (δόγματι) на нем.

«Учение» (τό δόγμα) относится не к нам и не ко Христу, а к рукописанию: рукописание как собственноручная долговая расписка «было составлено в форме определенных точных постановлений; τοῦ δόγματι по-русски переведено неточно «Толковая Библия. Издание преемников А.П.Лопухина. Т. 11. СПб., 1913 С. 314» [1].

М. Лютер избегает подобной гностической проблемы, так как в его переводе данного текста собственно слово «учение» эксплицитно не присутствует: Und er hat euch mit ihm lebendig gemacht, die ihr tot wart in den Sünden ... und hat uns vergeben alle Sünden. Er hat den Schuldbrief guilgt, der mit seinen Forderungen gegen uns war ... (Kolosser 2, 13-14). Дословный перевод последнего предложения может звучать как: Он истребил рукописание (долговую расписку), которое со своими требованиями (т.е. тем, что на нем написано) было против нас. Таким образом, его перевод ближе к тому, какой предложен в Толковой Библии. Данное утверждение справедливо и для перевода в New Testament: And you, being dead in your sins ... hath he quickened together with him, having forgiven you all trespasses; Blothing out the handwriting of ordinances that was against us, which was contrary to us ... (Colossians 2, 13-14).

Необходимость интерпретации, толкования исходного текста может быть обусловлена и грамматическими особенностями последнего (даже если он и представляет собой также перевод). В подтверждение этого обратимся снова к тому, что пишет диакон А. Кураев: ««Стремление сделать кальку, буквально-подстрочный перевод порой и придает ему совершенно ложный смысл. До сих пор замешательство многих православных вызывает церковно-славянский перевод притчи о сеятеле: «Потом же приходит диавол и возьмет слово от сердца их, да не веровавшие спасутся» (Лук. 8, 12) ... то, что вообще-то эти слова выра-

жают желание искусителя, как-то не принимается во внимание. Славянский перевод лишь буквально передает греческую конструкцию. Синодальный русский перевод дает как будто противоположный текст: «Чтобы они не уверовали и не спаслись»; греческая же конструкция имеет тот же смысл, но использует имеющуюся в греческой грамматике возможность, при которой одна отрицательная частица относится сразу к двум глаголам, точнее, к каждому из них. Славянский переводчик знал эту конструкцию, хотел ее привить и к славянскому языку, но она здесь не прижилась, и в результате текст этого стиха стал кощунственно-непонятен» [1].

Осмелимся предположить, что славянский переводчик прибегнул к дословному переводу прежде всего из большого пиетета к переводимому тексту, а задача его более правильной интерпретации стояла собственно перед священнослужителями. Немецкий и английский переводы в этом отношении схожи с русским, хотя в них, как и в греческом тексте, одно отрицание, так как моноотрицание – это одна из типологических особенностей грамматического строя германских языков.

danach kommt der Teufel und nimmt das Wort aus ihrem Herzen, damit sie nicht glauben und selig werden (Lukas 8, 12): отрицание *nicht* относится к обоим однородным сказуемым придаточного предложения. В английском тексте отрицательный союз *lest* относится также к обоим сказуемым: *then cometh the devil, and taketh away the word out of their hearts, lest they should believe and be saved* (Luke 8, 12).

Чрезвычайно показательными для влияния разницы культур и эпох на перевод, а следовательно, и для необходимости интерпретации, являются следующие переводы. Диакон А. Кураев снова противопоставляет славянский и русский синодальный переводы: апостол Павел пишет, что сейчас мы созерцаем тайны Царствия Христова «как в зеркале» (Славянский перевод здесь опять же буквально точен: «якоже зеркалом»). А русский синодальный перевод говорит: «как бы сквозь тусклое стекло» (1 Кор. 13, 12). В восприятии современного человека это ровно противоположные вещи. Но в греческом тексте все же стоит – зеркало. Все становится понятно, лишь если мы вспомним, что в древности зеркала были не нашими, «венцианскими», а металлическими, передающими весьма приблизительное и довольно искаженное изображение» [1].

Именно приблизительное и довольно искаженное изображение передается в немецком тексте словосочетанием *ein dunkles Bild* (темное, тусклое изображение): *Wir sehen jetzt durch einen Spiegel ein dunkles Bild*; (1 Кор. 13, 12), а в английском тексте – наречием *darkly* (неясно): *For now we see through a glass, darkly* (1 Кор. 13, 12). Показательно, что в немецком тексте употреблено слово «зеркало»: видим в зеркале, как в зеркале, в то время как в английском тексте стоит слово «стекло»: видим (как бы отражение) в стекле.

От способности к интерпретации или к правильному истолкованию отдельного текста в контексте целого со стороны читающего, или, по образному выражению диакона А. Кураева, «от меры оптимизма читающего «зависит понимание следующего высказывания: «И свет во тьме светит, и тьма не объала его» (Ин. 1, 5). В греческом тексте, как пишет А. Кураев, использован глагол *καταλαμβάνω*, имеющий два смысла: «схватывать», «побеждать», и «постигать» [1]. Такая же многозначность свойственна и английскому глаголу, заимствованному из латинского, еще вернее кальки, *comprehend*: с одной стороны, «охватывать», «включать», с другой – «постигать», «понимать»: *And the light shineth in darkness; and the darkness comprehended it not.* (John 1, 5). Поэтому и в отношении английского перевода мы вправе задаться вопросом: о чем говорит этот стих? «о том, что свет не был удержан тьмой, или о том, что свет хоть и пришел, но не был постигнут, не был принят и познан? Утверждает ли этот стих непобедимость света или непроницаемость тьмы? Был «свет человеков» (Ин. 1, 4), но люди его распяли. Свет «пришел к своим, и свои Его не приняли» (Ин. 1, 11). Если Ин. 1, 5 поставить в этот контекст, то этот стих приобретает скорее трагический оттенок. В то же время несомненно, что пролог Евангелия от Иоанна носит торжественный, ликующий характер: «Мы видели славу Его (Ин. 1, 14)» [1].

Напротив, труд толкователя – «оптимиста» взял на себя переводчик Библии на немецкий язык М. Лютер, так как в его тексте употреблен исконный глагол *ergreifen*, «которому присущи также два значения – прямое, такое же, как и для греческого и английского глаголов, но переносное другое – «потрясти», «глубоко тронуть»: *Und das Licht scheint in der Finsternis, und die Finsternis hat's nicht ergriffen.* (Johannes 1, 2). (в немецком языке со значением, аналогичным переносному, глаголов греческого и английского языков существует однокоренный глагол *begreifen*, но он не имеет другого аналогичного им значения).

В качестве примера интерпретации, выходящей за пределы филологии и начинающей влиять на практику духовной жизни, приведем снова рассуждения диакона А. Кураева в отношении расхождения прочтения «знаменитого совета апостола Павла: «Каждый оставайся в том звании, в котором призван. Рабом ли ты призван, не смущайся; но если и можешь сделаться свободным, то лучшим воспользуйся» (1 Кор., 7, 20-21).

Лютер (и переводчики *The Gideons International* – примечание наше), как справедливо замечает А. Кураев переводит этот текст как призыв к обретению свободы: лучше воспользуйся этой возможностью [1]. Действительно: *Jeder bleibe in der Berufung, in der er berufen wurde. Bist du als Knecht berufen, so Sorge dich nicht; doch klannt du frei werden, so nutze es um so lieber* (1. Кор. 7, 20-21). То же самое говорит и английский текст: *Let every man abide in the same calling wherein he was called. Art thou called being a servant? care not for it: but if thou mayest be made free, use it rather* (1 Кор. 7, 20-21). Церковнославянский перевод предлагает противоположную трактовку: «Но аще и можени свободен бытии, болше поработи себе». Греческий источ-

ник говорит нейтрально: «Избери лучшее», не поясняя явным образом, что же для человека лучше в этой ситуации [1].

Как апологет православия А. Кураев дает очень резкую оценку подобной интерпретации: «Об упрощенной протестантской трактовке этого стиха, как и многих иных мест Писания, можно сказать словами святого Григория Богослова: «Апостольское слово, только не по-апостольски понимаемое и изрекаемое» Св. Григорий Богослов. Творения. М., 1994. Т. 2. С. 17» [1].

Небольшой опыт наблюдения за языком религиозного дискурса еще раз убеждает, что язык религии чрезвычайно богат и разнообразен. Если в другом типе дискурса именно содержание, тематика, а не форма является отличительной характеристикой речевого произведения, то в религиозном дискурсе, как форма, так и содержание играют одинаково важную роль, в совокупности создавая специфику данного типа общения. Нельзя не согласиться с мнением Н.Б.Мечковской о том, что «ни один другой тип дискурса не содержит такого огромного количества специфических лексических единиц, выражений, оборотов речи, как религиозный» [2]. С другой стороны даже и понятные, на первый взгляд, тексты требуют определенного толкования в целях вскрытия их именно подлинного, а не поверхностного смысла.

Таким образом, интерпретация – неотъемлемая часть и в процессе перевода, и при восприятии его как продукта, результата данного процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Диакон Андрей Кураев. Протестантам о православии. Наследие Христа / А. Кураев. Клин: Христианская жизнь, 2009.
2. Мечковская Н.Б. Язык и религия / Н.Б. Мечковская. М., 1998.
3. Новый Завет New Testament. The Gideons International Russian / English.
4. Die Bibel Luther-Ubersetzung / Stuttgart: Deutsche Bibelgesellschaft, 1999.

Анохина Светлана Петровна –
доктор филологических наук, профессор кафедры
«Русский и иностранные языки» Поволжского
государственного университета сервиса, г. Тольятти

Svetlana P. Anokhina –
Dr. Sc., Professor
Department of Russian and Foreign Languages
Volga Region State University of Service, Tolyatti

Статья поступила в редакцию 11.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 316.343.623

А.Ю. Слепухин, А.Э. Чаплыгин

УРОВЕНЬ САМОИДЕНТИФИКАЦИИ КАК СУБЪЕКТИВНЫЙ КРИТЕРИЙ ОТНЕСЕНИЯ ИНДИВИДА К РОССИЙСКОМУ СРЕДНЕМУ КЛАССУ

Представлены результаты авторского социологического исследования уровня самоидентификации как субъективного критерия современного российско-среднего класса (на примере г. Саратова). Подробно изучены природа индивидуальной и групповой самоидентификации, выявлены их особенности на современном этапе, определены индикаторы отнесения индивида к среднему классу.

Социальная идентичность, групповая самоидентификация, личностная самоидентификация, классовое сознание, социальная структура, средний класс

A.Yu. Slepukhin, A.E. Chaplygin

THE LEVEL OF SELF-IDENTIFICATION AS THE SUBJECTIVE CRITERION FOR INCLUDING AN INDIVIDUAL TO THE RUSSIAN MIDDLE CLASS

The author presents the results of sociological research referring the self-identification level as the subjective criterion for the contemporary middle class in Russia (the case of Saratov). The nature of self-identification of an individual and group, and their characteristics at the present stage are revealed, and indicators for referring the individual to the middle class are defined.

Social identity, group identity, personal identity, class consciousness, social structure, middle class

Идентификация среднего класса как элемента социальной структуры общества характеризуется большим количеством различных подходов к анализу этого вопроса. В социологической науке не выработаны единые критерии среднего класса, каждый специалист наделяет их адаптивным, по его мнению, содержанием. Это оказывает влияние на статистические данные, которые содержат порой совершенно несовместимые результаты. Данный вопрос затрагивает уровень самоидентификации, который является одним из критериев отнесения индивида к среднему классу.

Актуальность исследования обусловлена тем, что социальное разделение общества на классы существует с момента появления человека и является одной из центральных проблем социологии, вокруг которой ведётся множество научных и идеологических споров. Средний класс становится эталоном проводимых социально-политических изменений. Об этом свидетельствуют государственная программа «О стратегии развития России до 2020 года», в которой одним из показателей успешности развития выступает ориентация на увеличение доли среднего класса до 60-70%. Средний класс описывается представителями власти как класс с особым человеческим капиталом и инновационной трудовой деятельностью.

На актуальность темы исследования указывают следующие факторы: неопределенность с понятием среднего класса в России, необходимость нового осмысления среднего класса в современных политических и экономических условиях (мировой финансовый кризис), необходимость формирования подхода к исследованию среднего класса с учетом наиболее полного комплекса критериев и субъективных характеристик указанной группы, а также индикаторов, позволяющих их выявить. Достаточно полное исследование указанной социальной группы было проведено в 2000 г. Е.М. Авраамовой, Л.М. Григорьевым, Т.П. Космарской, Т.М. Малеевой [1].

Проблема самоопределения личности носит актуальный характер, так как при ее изучении затрагиваются различные области человеческого познания. Самоидентификация выступает одним из критериев классовой принадлежности, так как индивид не может считаться структурно определенным до тех пор, пока он не осознает, какое сообщество является его («своим») социумом, какова его позиция в нем и где находится грань такого сообщества. Указанная проблема может быть названа фундаментальной, так как индивид обладает одновременно двумя свойствами – стремлением к существованию в социуме и выделением своей индивидуальности [2].

На основании анализа различных подходов к изучению среднего класса нами был выработан авторский системный подход к его исследованию. Данный подход предполагает синтез двух самостоятельных направлений структурного анализа — неовеберовской традиции и ресурсного подхода. Они позволяют рассмотреть социальные группы, используя представления многомерной стратификации с концентрацией на базисных критериях выделения группы и детальное изучение особого человеческого капитала, выступающего основным активом среднего класса.

В целях установления наличия и характерных особенностей среднего класса на современном этапе нами было проведено социологическое исследование, основными респондентами которого выступало экономически активное население г. Саратова. По данным Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Саратовской области, оно составляло 837, 4 тыс. чел. [3]. Генеральная совокупность составила примерно 450 тыс. чел., выборочная совокупность – 300 чел. Выборка квотная – по полу, возрасту (от 18 до 65 лет), административно-территориальному делению города. Использовались опросный метод в форме анкетирования, контент-анализ официальных документов, вторичный анализ данных социологических исследований 2006-2009 гг., а также экспертные полуформализованные интервью. Полученный массив данных анализировался с использованием программы SPSS Statistica 17.0.

На формирование методологической позиции исследования среднего класса, а также подхода и критериев для его выявления оказали воздействие работы П. Сорокина (теория социальной стратификации), М. Вебера (теория социального действия) Л. Уорнера, Г. Коула (субъективный метод изучения среднего класса), П. Бурдьё (теория капитала), М. Кастельса (категория информационных производителей), Д. Белла (символический подход), М. Севеджа (ресурсный подход), Э. Райта (концепции противоречивых классовых позиций), Э. Дюркгейма (концепция социальных фактов). Ценными для исследования стали идеи Н.Е. Тихоновой, В.А. Ядова, Н.М. Давыдовой, О.И. Шкаратана, М.К. Горшкова, З.Т. Голенковой, Л.А. Беляевой, Т.И. Заславской, П. Романова, В.Н. Ярской, Е.Р. Ярской-Смирновой.

Для выделения среднего класса мы использовали определенный набор признаков, выбранных на основании системного подхода, с помощью которых возможно идентифицировать и изучить указанную социальную группу. При анализе мы исходили из того, что средний класс может быть выявлен по следую-

щим критериям: имущественный критерий, определенный уровень образования, критерий интеллектуального характера труда, соответствующий уровень самоидентификации индивида.

Проблема определения уровня самоидентификации затрагивает несколько дисциплин научного познания, формируя междисциплинарный характер вопроса. Психология концентрируется на изучении психологических процессов, свойственных самоидентификации, начиная с анализа самого индивида. Социология берет своей отправной точкой социальные группы и анализирует место индивида в них.

Процесс социальной идентификации личности в российских условиях имеет свои особенности, которые заключаются в существовании тоталитарного общества в России на протяжении длительного периода времени. Для социализма было характерно принудительное государством равенство, которое понуждало индивида «слепо» причислять себя к единственной социальной группе. После распада СССР, выделения суверенных государств индивиду была представлена возможность осознания своей индивидуальности. В России процесс освобождения от государственно-гражданской идеологии классового равенства произошел сравнительно недавно. Следовательно, характерные для России общественно-экономические условия породили особый процесс становления личностной самоидентификации. Эти особенности подтверждают то, что социальная структура российского общества имеет характерные черты, вызванные историческими событиями, которые не позволяют применять западные методы исследования без учета указанной специфики. Также из этого следует, что средний класс является новым элементом социальной структуры современного российского общества.

Таким образом, при изучении самоидентификации среднего класса мы исходили из следующего. Во-первых, в российском обществе после смены тоталитарного режима сформировалась новая идентичность, которая имеет свои особенности. Данный процесс повлек представления индивида о существовании многих социальных групп, в которые он может вступить. Во-вторых, социальная идентификация имеет большую значимость, так как позволяет индивиду быть включенным в социальные процессы, чему способствует его стремление вступить в группу. Данный процесс позволяет индивиду отстаивать свои права и удовлетворять свои потребности. В-третьих, основной механизм социальной идентификации – это сопоставление (или противопоставление) интересов, взглядов, ценностей, оценок, моделей поведения своей группы (общности) тем, которые полагаются не своими (или враждебными), интересы которых безразличны для данной общности или конфликтны [4].

Социальная идентичность представляет собой «осознание, ощущение, переживание своей принадлежности к различным социальным общностям – таким как малая группа, класс, семья, территориальная общность, этнонациональная группа, народ, общественное движение, государство, человечество в целом... Обеспечивает подчинение индивида социальной группе, но вместе с тем — групповую защиту и критерий оценки и самооценки» [4]. Самоидентификация может быть определена как самооценка собственных личностных свойств в контексте деятельного субъекта, включая социорольные, нравственные, психические, физические и иные качества, как они представляются индивиду в его собственном самосознании и в восприятии других групп [5].

Говоря о классовом сознании указанной социальной группы, признаем справедливым тот факт, что не всегда отсутствие самоидентификации может являться основанием для исключения индивида из среднего класса. С учетом этого нами был избран показатель не ниже 4 баллов включительно по десятибалльной шкале самоидентификации субъектом своего положения в обществе. Основная цель такой градации состоит в исключении тех респондентов, которые обладают классовым настроем, не характерным для представителей среднего класса. Выбор указанного показателя согласуется с данными проведенного ИС РАН в 2008 г. исследования («Малообеспеченные в современной России: кто они? Как живут? К чему стремятся?»), по результатам которого 25 % респондентов, относивших себя к позициям с 1 по 3 включительно, отличались более низким уровнем дохода и образования, занимали низшие профессиональные позиции. Самоидентификация среднего класса была рассмотрена нами в аспектах личностной и групповой самоидентификации. Личностная самоидентификация представляет собой описание своего жизненного портрета, важных для него ценностей, то, как сам индивид характеризует и оценивает себя. В этой связи стоит отметить, что личностная самоидентификация должна быть осознанной и направленной. Индивид должен иметь представление о том, что такое средний класс, и относить себя к нему, имея объективные к тому предпосылки (наличие критериев). Индикаторы, которые позволили определить уровень личностной самоидентификации – представление индивида о среднем классе, отнесение себя к одному из представленных в списке классов, а также описание своих ценностей и взглядов. Групповая идентификация предполагает определение индивидом того, к какой социальной группе он относится. В нашем исследовании индикаторами данного процесса выступали вопросы о том, с кем индивид ощущает чувство близости и максимальное совпадение основных взглядов.

Рассмотрим личностную самоидентификацию. Согласно полученным нами данным, только четверть представителей среднего класса имеют верное представление о том, что такое средний класс и чем он характеризуется. Вероятно, это связано с тем, что большой поток информации из СМИ и других источников нагружен противоречивыми признаками, которые формируют ошибочное представление общественно-

сти. Это еще раз подтверждает необходимость выработки единой концепции среднего класса, понятной для всех, в том числе его представителей. Ряд представителей среднего класса (22 %) не считают себя таковыми, несмотря на то, что по критериям они ими являются. Это может быть объяснено тем, что люди склонны занижать свои позиции, не желая распространять информацию о себе. Но, с другой стороны, это говорит и о том, что не все представители среднего класса могут четко идентифицировать себя с принадлежностью к этой социальной группе. Как следствие, средний класс в этом смысле не является единой общностью, которая способна осуществлять какие-либо сознательные изменения.

Большинство представителей среднего класса по совокупности параметров в целом довольны своей жизнью и считают себя успешными людьми. Для среднего класса характерно описание себя как представителя определенной профессии (50 % респондентов) в первую очередь, что характеризует роль работы в его жизни и отличает от других социальных групп; 29 % среднего класса отнесли себя к интеллигенции.

В целях установления групповой идентификации представителей среднего класса нами было проанализировано, с кем они разделяют общие взгляды. При проведении социологического исследования было установлено, что большинство представителей группы отождествляют себя с членами своей семьи (78%), друзьями (75%), товарищами по работе (75%) (допускался выбор одновременно нескольких ответов). Если сравнивать полученные данные у других социальных групп, то в целом иерархия ответов останется неизменной, а частота выбранных ответов соответственно ниже.

Особенность представителей среднего класса, как ядра, так и периферии заключается в том, что показатель групповой идентификации по признаку профессии существенно опережает данные других социальных групп. Это свидетельствует о повышенном значении работы в жизни среднего класса. Представители среднего класса чаще остальных социальных групп идентифицируют себя с высококвалифицированными специалистами (50%), с лицами, имеющими свой бизнес (28%). Следовательно, российский средний класс ощущает чувство близости с людьми приблизительно того же возраста и сферы деятельности, а также с членами своей семьи.

Таким образом, российский средний класс является особым (новым) социальным субъектом в силу ряда объективных исторических событий. По критерию самоидентификации группа также имеет свои особенности. Для личностной самоидентификации характерно в ряде случаев ошибочное представление о своей классовой принадлежности, что является основной причиной неотнесения себя к группе. Данный факт позволяет говорить о том, что процесс закрепления классовой идентичности среднего класса в России находится на стадии формирования. С одной стороны, существуют признаки, явно свидетельствующие об отличиях от других социальных групп, с другой – единое коллективное сознание, ощущение себя не «частью и группой», а «частью группы» отсутствует. Одним из объяснений таких негативных факторов может быть распространение через СМИ ложных представлений о сущности и природе среднего класса. Поэтому существует необходимость формирования единой доктрины указанной социальной группы и распространения ее в массы, так как после проведенного исследования стало очевидным, что представители государственной власти, общественность, эксперты-социологи и непосредственные представители группы имеют разные взгляды относительно сущности среднего класса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Средний класс в России: количественные и качественные оценки / Е.М. Аврамова, Л.М. Григорьев, Т.П. Космарская, Т.М. Малеева. М.: ТЕИС, 2000. 248 с.
2. Дилигенский Г.Г. Относительно теории человеческих потребностей / Г.Г. Дилигенский // Вопросы философии. 1976. № 9. С. 30-43.
3. Демография Саратовской области в цифрах // Территориальный орган федеральной службы государственной статистики по Саратовской области. URL: <http://srtv.gks.ru/digital/region1/default.aspx> (дата обращения 13.03.2011).
4. Ядов В.А. Социальные и социально-психологические механизмы формирования социальной идентичности личности / В.А. Ядов // Мир России. 1995. № 3-4. С. 159-161.
5. Кон И.С. В поисках себя: Личность и ее самосознание / И.С. Кон. М., 1984. 335 с.

Слепухин Александр Юрьевич – доктор социологических наук, профессор кафедры «Социология, социальная антропология и социальная работа» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Aleksandr Yu. Slepukhin – Dr. Sc., Professor
Department of Sociology, Social Anthropology and Social Work
Gagarin Saratov State Technical University

Чаплыгин Александр Эдуардович – аспирант кафедры «Социология, социальная

Aleksandr E. Chaplygin – Postgraduate

антропология и социальная работа» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Department of Sociology, Social Anthropology and Social Work
Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 24.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 316.754

В.Н. Ярская

ТЕМПОРАЛИЗМ В ПОЛИТИКЕ СОЦИАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВА

Анализируется современное понимание научного темпорализма как комплекса идей и теорий времени, содержание которых зависит от социального режима, государства благоденствия. Автор раскрывает семантическое содержание категории социального времени, ее обусловленность ускорением социальных процессов. По мнению автора, биографический метод помогает раскрыть время биографии субъекта.

Социальное время, темпорализм, темпоральность, нелинейность, социальное государство, режим благосостояния, поколенческий контракт

V.N. Yarskaya

TEMPORALISM IN THE POLICY OF WELFARE STATE

The article examines the current understanding of scientific temporalism as a set of time theories and ideas. Their content depends on the social regime, and the welfare state. The author reveals the semantic content of the category of social time, and its dependence on the intensity of social processes. According to the author, the biographical method helps to reveal the time factor in a person's biography.

Social time, temporalism, temporality, nonlinearity, welfare state, welfare regime, generational contract

Современный социальный и биографический темпорализм [1-3] характеризуется обилием парадигм, дефиниций – под влиянием постмодернизма и понимания темпоральностей как состояний нелинейного мира, а сама способность человека к моделированию времени попадает в живую ткань культуры, сущность которой, в конечном счете, находит обоснование в эволюции практик. Темпоралистов можно представить как одну команду, делающую одно общее дело. Разделенные веками и даже тысячелетиями, исследователи времени испытывали одно общее чувство и одно настроение. Проблема времени составляет содержание термина темпорализм в самом широком аспекте, хотя может употребляться в более узком, *специальном и конкретно-научном* значении: физический темпорализм, геологический, социальный. Противники новых терминов и поклонники русского языка должны иметь в виду, что каждый такой термин имеет сложившийся в определенных обстоятельствах семантический шлейф. Международное общество изучения времени ISST возглавлял с 1966 г. Дж. Т. Фрэзер [17], автор фундаментальных трудов и статей по научному темпорализму, мировой авторитет изучения времени в аспектах конфликта и нравственных ценностей.

Эффект ускорения времени открыт еще Пифагором, а теперь скорость течения времени увязывают с количеством реально новой информации: чем больше, тем быстрее. Последние годы говорят об ускорении социального, исторического времени, процессов жизни в турбулентном времени, это [14] было включено в тему недавно прошедшей в Женеве конференции Европейской социологической ассоциации, время социального неравенства обостряется, теории темпорализма должны адаптироваться к социальным реалиям, мобилизуя концептуальные ресурсы. Несмотря на то, что процесс социальной эволюции идет медленно, новые рабочие рамки времени позволяют оценить изменения [19]. Мы еще живем по законам линейного времени, но должны констатировать, что время постоянно увеличивает свой бег. С течением времени неспособность жить в более интенсивном темпе выносит поколения живых и здравствующих людей на задворки современности. Ускорение и замедление выступают составной частью социального развития в по-

следние десятилетия [3], ни модернизация, ни глобализация не могут быть поняты без ускорения, не говоря о последствиях для индивидуальной и коллективной жизни.

Концепция ускорения социального времени оказывается сегодня незаменимым инструментом социального и политического анализа, ведь наша темпоральность неоднородна, постоянно прерывается потоком входящих объявлений, сообщений, телефонных звонков, телевидения, радио или внезапными разрывами в нашем сознании [3; 14]. Классические теории модернизации сталкиваются с серьезными параметрами для критики, представляя модернизацию как однонаправленный процесс с линейным временем тоталитаризма, пренебрегая прерывностью, разворотами и разрывами времени современной России. В основном европоцентристские, такие теории не могут стать всеобщей парадигмой для форм современности в глобальном мире. Основные социально-экономические процессы и временные ритмы получают все более драматическое ускорение, тогда как общие темпы социальных изменений, особенно у нас, активизируются гораздо медленнее и меньше. При этом гражданское общество и власть от поколения к поколению становятся все более отдаленными друг от друга.

Между тем в индустриальную эпоху существом организации нового типа культуры была ее линейная темпорализация, включенность во временное господство централизации. Понятие об абсолютном времени было выражено утверждением основных представлений классической механики [4]. Благодаря концепту времени классическая научная картина мира конструировала детерминизм, прозрачность, монокультуру и монологическое описание. В итоге эта научная парадигма семантизировала время как сухую рациональную бесстрастную категорию, означавшую по сравнению с античностью, средними веками и возрождением ее полную дегуманизацию: классический темпорализм сформировался как субстанция, объективированная и бессубъектная (в каком-то смысле – бесчеловечная). Такой набор категорий был не в состоянии выразить шок, трагический опыт, страдание, а лишь административное рвение, авторитарное государство, отсутствие гражданского общества. Этими принципами руководствовались большинство институций, деструктивные пространства и потоки времени от семьи до армии, образовательных учреждений, где наказание применялось в грубой форме. До сих пор логические конструкты, ячейки техногенных сетей, как сирены Одиссея, стремятся своими чарами завлечь наше время в гордыню социального контроля, царство демона Лапласа. Именно в высоком модернизме, государстве для государства формируются враждебные человеку формы времени.

Мутации мировоззрения означали, что образ мира вытесняется на суд научной методологии, которая либо адаптируется к новой картине, либо резко ее пересматривает. Способ проблематизации обнаруживается в результате объективно появляющихся проблем, картина мира шагнула от классического облика к неклассическому, в дыры ее старой мантии полезли вероятность, субъект-объектные взаимодействия, статистика, индетерминизм, дополнительность языков, относительность, субъективация. Ускорение становится диагнозом социального развития, модернизация определялась постоянным опытом ускорения, увеличения скорости социальных и культурных процессов. В этом состоит развитие нелинейного мира, нынешние поколения не воспринимают событий полувековой давности, довоенные и дореволюционные события в сознании молодежи отошли в давно прошедшее время, нормы жизни и ценности не успевают сформироваться с требованиями времени. Анализ изменения временных структур лежит в основе дебатов о глобализации и ускорении.

Западные лидеры, почувствовав неладное, начиная с Рузвельта, стали позиционировать себя как государства благоденствия, в то время как мы по-прежнему их называли загнивающим империализмом. Картины такого государства у нас и на Западе не совпадали из-за разницы темпоральностей, там пытались найти смягчение неравенства в социальных программах, а наше статистское государство по-прежнему конструировало социальное время на энтузиазме граждан как время двух картин – по ту и по эту сторону колючей проволоки. Со временем получились несколько моделей социального государства, государства всеобщего благосостояния постепенно стали понемногу учиться друг у друга. Режимы Welfare states показывали время принятия ответственности за политику социального регулирования, оно было сконструировано развитием рыночных экономик, пришедших к необходимости становления социальной политики, возведения в конституционный принцип и позиционирования себя как социального государства. Самая известная и простая классификация режимов G16sta Esping-Andersen [15; 19; 24] основана на понимании социальной политики как стратегии по улучшению жизни людей, благополучия как декоммодификации и включает три мира благосостояния: социально-демократический (Скандинавия, Нидерланды, Дания, Бельгия), консервативный (Франция, Германия, Австрия, Италия), либеральный (США, Великобритания, Австралия). Разумеется, это разделение государств носит относительный характер. Критерии сравнения режимов – это наличие ключевого актора: государство или рынок, семья, положение женщины, связь темпоральностей социальных и возрастных групп, поколений. Задолго до современной Европы, которая задумалась над поколенческими проблемами, поколение как форма времени было представлено Гераклитом из Эфеса, развалины которого показывают теперь туристам. Теперь, столетия спустя, мы возвращаемся к понятию поколения в формате поколенческого контракта – специально для характеристики моделей благосостояния.

Так, консервативная модель акцентирует статусную сегментацию социальных групп, зависимость социальных прав от гендерной принадлежности, традиционную роль женщин (фамилиализм), рынок и страхование под наблюдением государства. Масштабы социальных гарантий заужены: получателем социальных пособий выступает мужчина – кормилец семьи. Социальное страхование организуется и финансируется социальными партнерами – наниматели и нанимаемые, часть времени своей жизни человек затрачивает на создание ресурса для времени более позднего возраста. То есть труд определяет последующее социальное обеспечение, а незанятые или малозанятые слои могут рассчитывать на местные благотворительные организации и социальную помощь (*двойное общество*). Естественно, что центральная единица в структуре социальной политики – это местный рынок труда. Уровень занятости высок, включает неполную занятость, обязательное социальное страхование по месту занятости, размеры социальных пособий зависят от заработка, социальная защита осуществляется через отчисления занятых в кассы социального страхования. Для слоев без нормальной занятости применяются остаточные схемы. Понятно, что для этих групп остается замедленное время данного отрезка жизненного пути, а не интенсивно наполненное время трудовой деятельности, в традиционной терминологии – рабочее время. В целом уровень затрат на социальное обеспечение достаточно высок, источник финансирования – рынок, страховые выплаты, поощряются негосударственные услуги, акцент на обязательном и на добровольном страховании, волонтерской помощи. Регулятором социальных прав выступает корпоративный работодатель, социальные услуги, можно сказать, оказываются женщинами в семье, иногда частными службами.

Отдельным случаем здесь выступает католическая модель, параметры нам мало знакомы, при ведущей роли семьи и общины они немного размыты из-за участия рынка, но индивид обращается за помощью в определенной временной последовательности: вначале к семье и родственникам, и следующие инстанции – местная община, церковь, гражданские организации, соседи. Семья выступает центральной единицей в структуре социальной политики, и лишь в последнюю очередь – социальное страхование, государство разделяет социальную заботу с католической церковью и католическими партиями. Поощряются негосударственные услуги, источник финансирования – рынок, инфраструктура, самопомощь, акценты на обязательном и на добровольном страховании, волонтерской помощи. Уровень затрат на социальное обеспечение и занятость низкие, время замедлено, многие женщины не работают – вспомним знаменитые итальянские фильмы с Софи Лорен, с помощью которых советская общественность узнавала о жизни итальянцев. В каком-то смысле принцип иерархии и формы времени этого режима подхватила, видимо, мафия.

Переопределение ситуации [6], следствие социального модерна независимо от режима заключается в тотальном использовании времени, извлечении из каждого часа и каждого момента максимума полезности. Эта тенденция увеличивает власть администрации и поддерживает механизмы контроля, обеспечение наблюдения за людьми требует детального изучения не только их поведения, но и персональных и социальных характеристик. Становится возможной инверсия времени, когда более ранние по хронологии тексты могут представляться в качестве реминисценций хронологически более поздних, и мы пытаемся вырваться за рамки линейного текста в многомерное пространство, многое хочется увидеть и попробовать. Однако ускорение как ключевое измерение времени современные социальные и политические теоретики пока игнорируют, хотя становится необходимой отмена карцерного стиля, пенитенциарной организации времени, идеологии надзирать и наказывать.

Социально-демократическая модель базируется на более высокой организации государства общества, приверженности принципам институционального welfare society, предполагает сильное децентрализованное управление, универсализм социальных прав, нерушимость индивидуальной автономии, равенство на основе высоких стандартов – социальное обеспечение бюджетом как право граждан на достойный уровень жизни. Время жизненного пути защищено, протекает без резких потрясений и конфликтов в стабильно высоком уровне экономики, успешно привлекаются корпоративизм, контролируемые классовые отношения в формате трехсторонних переговоров, партнерство сильных профсоюзов работодателей и работников, договорные отношения под контролем государства. Власть финансирует социальную политику через систему налогообложения (прогрессивный налог на доходы и розничная продажа товаров и услуг населению), отвечает за реальное функционирование различных социальных служб. Часть налогов остается в коммуне, часть перечисляется на содержание университетов, полиции, армии. Вводится обязательное страхование: уже перед Первой мировой войной Швеция ввела две системы обязательного страхования – пенсионное для поколения пожилых (обеспеченное время старости) и инвалидов, по безработице.

После Второй мировой войны для скандинавских стран характерно время роста экономики, покупательного спроса и платежеспособности населения, социальная пенсия по достижении 65 лет, трудовая – от стажа и пропорционально страховым выплатам. Плюс дотации на каждого ребенка и группы клиентов с конкретными проблемами, высокий уровень затрат на социальное обеспечение и занятость, хорошее качество услуг, большинство служащих в системе – женщины. Центральная единица управления временем граждан – местные органы власти, социальные услуги – государственные. Источник финансирования – государство, коммуны, муниципалитеты, налоги. По масштабам времени социальных гарантий выделяется

равенство граждан в защите от рисков, стремление к темпоральности полной занятости, отсутствует зависимость от рынка труда (декоммодификация как освобождение времени от давления). Регулятором социальных прав выступает государство как социальный гарант, модель общего времени проживания, гендерного соглашения: мужчина-кормилец и женщина-кормилец, вместе наполняют время домашних обязанностей, государство обеспечивает уход за нетрудоспособными членами семьи.

Появление нового языка науки меняет социум. Новые темпоральные понятия – непрозрачность, бифуркации, нелинейность, конструктивизм, уникальность, синергия, инверсия – дают возможность выйти за пределы контекстуальной ограниченности, отрефлексировав темпорализацию собственного или чужого текста, представлены социализация, многоформатность, субъектность, индивидуализация, языковой плюрализм. Претензия же на универсальную истину научной репрезентации лишь маскирует тотальную волю к власти, стремление сформировать, подчинить научный поиск тирании господствующего дискурса. Расшифровка символа и понятия времени, жизненного хронотопа [8; 9] оказалась связанной с социальным конструированием темпорализма в ходе эволюции государства благоденствия. Хотя, по сути своей, социальное содержание этих режимов по-прежнему зависит от развитости гражданского общества.

Либеральный режим как рыночно ответственное социальное страхование возник в целях тесной связи социальной политики с государственной экономической политикой, нацеленной на обеспечение полной занятости. Эта модель подразумевает требования социальной справедливости и общественной солидарности, любой человек имеет право на минимальную защиту времени болезни, старости (социальные пенсии vs. профессиональные) и любой другой причине, формирующей время с сокращенными ресурсами. Социальная защита финансируется налогами из госбюджета, государство идет на помощь бедным, чтобы немного наполнить их пустое время, продолжить его, как в фильме «Время».

Для налогоплательщиков есть страховка, затраты на социальное обеспечение и занятость высокие, социальные услуги – негосударственные, поставлен акцент на обязательном и добровольном страховании, волонтерской помощи. Идеологическая основа либерального режима – резидуальность – остаточный принцип финансирования социальной защиты [24; 25]. В этой системе темпоральности несостоятельных индивидов, групп и населения реализуются благодаря участию семьи, родственников и соседей. В отличие от решения в соответствии с установленными законами нормами и правилами помощь оказывается после проверки обстоятельств и степени неспособности решить проблему самостоятельно, является минимальной и временной, а не адекватной проблеме и потребностям, потере социального статуса. Эта защита времени уязвимых групп не универсальна, связана с узким определением социальных рисков и нуждающихся граждан, уменьшает масштабы социальных гарантий и не оберегает от разрастания времени конфликта. Государственное здравоохранение и размеры социальных пособий ограничены, риски полностью компенсируются для занятых в производстве групп, остальные граждане зависимы от пособий. Регулятором социальных прав выступает развитый рынок, темпоральность отношений, зависимость времени одного и другого поколений.

В такой ситуации глобальной нелинейности, дискретности и инверсии время приобретает соответствующие характеристики. В многомерном тексте и время становится многомерным – гипервременем. Никакой элемент не функционирует, не приобретает и не придает смысл иначе, как отсылая к какому-то другому прошлому или будущему [10]. Одной из ключевых категорий является различие, оно и оказывается важным в темпоральном отношении. Стабильность, проистекающая из равномерности времени, уходит в прошлое [11]. Это соответствие даже в техногенной цивилизации открывает путь к пониманию времени в социальном формате, с привлечением аксиологической, ценностной окраски. Ни один другой аспект реальности не имеет более прямого отношения к основным человеческим нуждам и чаяниям, как время.

Конвергенция социальных государств осуществляется как сочетание государства и рынка, рост значения времени рынка и времени гражданского общества, минимизация нуждающихся в поддержке, борьба с бедностью (а не с бедными) [6; 16; 19; 24]. Примеры изменений социального времени: поиск способов сокращения налогов средствами рынка и гражданского общества; тенденции приватизации, децентрализации, деюрократизации, передача ответственности муниципалитетам, дифференциация соцслужб с упором на добровольческий или коммерческий сектор времени вместо государственного. О системе социального обеспечения Швеции известно, что концепт государства всеобщего благоденствия сочетается там с новыми интерпретациями в развитии таких сервисов, как детские сады, школы, здравоохранение. Ключ к пониманию в том, что время индивида выступает как гражданская темпоральность, время налогоплательщика, потребителя. На смену социал-демократам приходят неолибералы, которые сохранили социальные обязательства, но многие льготы сняли. Женщины имеют после рождения ребенка оплачиваемый отпуск по уходу в течение 1,5 лет, работодатель не имеет права их уволить после декретного отпуска, но право на отпуск по уходу за детьми имеют отцы в равной мере с матерями. Государство собирает налоги в единую копилку, побуждает большее время работать, и на пенсию тоже налагаются налоги.

Как отмечает И. Пригожин, рост науки не имеет ничего общего с равномерным развертыванием научных дисциплин, каждая из которых, в свою очередь, подразделяется на все большее число водонепроницаемых отсеков. В образовании мы отмечаем аналогичные процессы как *предметоцентризм*. Наоборот,

конвергенция различных проблем и точек зрения способствует разгерметизации образовавшихся отсеков и эффективному взаимодействию научных культур, поворотные пункты выходят за рамки чистой науки и оказывают влияние на всю интеллектуальную среду [21; 22]. Чтобы осуществить многоуровневое аналитическое обоснование, давления интерпретировались в контексте дебатов о социальной Европе, особенностях темпоральностей социальной модели: насколько одинаково давления ощущаются в разных странах, внутри и вне ЕС, как эти давления могут вызвать демонтаж времен сложившихся социальных и экономических отношений [13; 25]. Идея собственного, внутреннего времени эволюции системы возникла в исследовании самоорганизации сложных диссипативных структур. В открытых и эволюционирующих системах асимметрия прошлого и будущего сохраняется и означает, что существует стрела времени [22], знаменитая Arrow of Time. Представление о направлении времени возникает вследствие сложности открытых систем, которые далеки от равновесия, изменения необратимы. Нестабильность, непредсказуемость и время как сущностная переменная стали играть немаловажную роль в преодолении разобщенности, которая существовала между социальными исследованиями и науками о природе.

Вырисовываются контуры новой рациональности, к которой ведет идея нестабильности, она кладет конец претензиям на абсолютный контроль над какой-либо сферой реальности, мечтаниям об абсолютно контролируемом обществе. Реальность не контролируема в смысле, провозглашенном прежней наукой, в новой картине все меньше времени всеобщности, все больше социальности и биографичности, важнейшей формой темпоральности оказывается поколение. Поколенческий контракт как модель внедрена государствами всеобщего благоденствия для поддержки и защиты зависимых периодов жизненного цикла, детства, юности, пожилого возраста, посредством труда и вклада активного населения оказывается сегодня под сильным давлением. И теперь поколение вызывает интерес исследователей не только с позиций исторической перспективы от прошлого к будущему [12], различий в потребительских ориентациях и практиках, но и с позиций усиления времени социальности и гражданственности общества, некоторого сокращения времени тотальной власти.

Эффект субъективного ускорения времени с годами был открыт еще Пифагором, сегодня многие увязывают скорость течения времени с количеством реально-новой (не рутинной) информации. Чем интереснее событие, тем быстрее время течет онлайн, но воспоминания о нем, наоборот, растянуты – вспомните дни путешествия, вырванные из рутины: время пролетает быстро, а потом кажется, что прошло несколько месяцев. Если новой информации нет, эффект обратный – онлайн время тянется бесконечно, но жизнь проходит быстрее: если нечего делать, минуты тянутся как часы, однако постфактум кажется, что время пролетело мгновенно и ушло в никуда [23]. Неожиданно я нашла ссылку на высказывание: «Все дело в отношении числителя к знаменателю». Если первый год жизни это $1/1$ (один из одного), то второй уже $1/2$, а 33 как $1/33$. Несложно подсчитать, что в 50 лет 1 год уже равняется 0,02 обычного года, т.е. 7,3 суток, а в 100 лет – 3,65 дня, т.е. ровно 1% [23]. Исследования показывают, что и в ранней вселенной сверхновые гасли и время протекало намного медленнее, нежели в наши дни. И не только каждое поколение, но и отдельно взятый индивид знает по себе об этом феномене времени жизни.

У многих людей сейчас свой ритм жизни, независимый от ритма культуры, они живут прошлым, с ностальгией, агрессия по отношению к новому объясняется иным ритмом, скоростью обработки информации. Каждое поколение попадает в такую ситуацию выброшенности из времени [12]. Время еще измеряется часами, которые основаны на принципе цикличности, мгновения не вписываются в систему измерения времени, но определяют жизнь современного человека. Это время, за которое произошло событие, информационный поток пополнился новым файлом, ускорение передачи информации делают каждый момент времени интенсивнее, насыщеннее. Происходит «уплотнение времени новшествами (кумулятивными и необратимыми) и в этом смысле его убыстрение» [23]. В итоге современный человек проживает жизнь, более наполненную событиями, информацией, знанием, чем человек предыдущего поколения, циклы по своей структуре соответствуют инновационным социально-экономическим циклам, охватывают мировое развитие в соответствии со структурой исторического времени. Любой проанализированный биографический случай становится моделью, с помощью которой можно приблизиться к проблематике поколения, увидеть то, что не раскрывается в ходе объективистского анализа, опирающегося на статистические показатели. Усиливающийся интерес к индивидуальным смыслам и паттернам использования времени привлекает использование методов линии жизни, устной истории.

Гипертекст принципиально открыт для добавления новых элементов, которые не могут разрушить структуру прошлого и настоящего [25]. Быть только в настоящем или только в будущем нельзя, поскольку след существующего падает одновременно на все темпоральные модусы. Постмодернистская темпоральность дает в итоге новые возможности социокультурного конструирования. Конструируются индивидуальные формы времени, отвергаются модальности навязанного объективного распорядка времени. Соотнесенность смысла бытия и темпоральных структур экзистенции обозначает заботу, возможность поворота к экзистенциальной модификации посредством временных ориентаций.

Социокультурная темпоральность эпохи многообразна и выражается конкретной формой временности каждого субъекта. Хрущевская оттепель, к примеру, сменилась эпохой стагнации, атмосфера была

затхлая, в регионах не было продуктов. В столичные командировки ездили со списком от коллег, кому что привезти, москвичи шутили: *Пока продукты не будут перевозить в товарных вагонах, их будут везти в пассажирских*. Но одновременно исчез страх репрессий, можно было легко улететь на самолете или уехать на поезде в любую точку Союза, был дешевый бензин, люди проводили досуг на Волге, катались на водных лыжах, совершали путешествия. Сейчас это было бы невозможно осуществить – из-за дороговизны, криминальной обстановки на волжских берегах и островах. Лишь позже мы узнали, что все это дотировалось – наши дешевые поездки, билеты, конференции. Ни в развитие дорог, ни транспорта, ни в самолеты, автобусы и поезда не было никаких вливаний, все постепенно ветшало, увеличивало риск аварий и катастроф. Накапливался долг и перед заграницей, и перед собственными гражданами, темпоральности становились все более обедненными. Исследование человеческой истории, личностных биографий, социальных проблем человека оказывается возможным в методологии концептов времени, и главное – сказать нет нетерпимости, тогда и возникают исключение и фундаментализм.

Чаще представлены не только диахронные, но и синхронные различия культур, отвергаются процессы универсализации, однополярному миру противопоставляется многополярный, линейной стреле времени – дивергенция, инверсии темпоральностей. Вместе с тем для человека его время – это поиск социальной и культурной идентификации, биографическая рефлексия, стремление разобраться в собственной темпоральности, своей социальной истории, событиях. Культурная идентификация – важнейший компонент конструирования образа социального субъекта посредством установления темпоральной взаимосвязи между собой и социальной группой, своим народом, переживание чувства принадлежности к национальной культуре, интериоризации, то есть принятия ее ценностей в свой жизненный путь и жизненное пространство. Признание неадекватности упрощенного представления о социальном мире – это реакция на нестабильность и нелинейность социальных процессов. Культурные изменения оказывают прямое влияние на конструирование непривычных временных конфигураций, индивидуальной и коллективной идентичности. Возникают вопросы соотношения внутренней и внешней иерархии их семантической значимости, темпоральных форматов их формирования. часто становится болезненной, в высокой степени значимой темпоральности, сигнализирует о беспорядке в обществе – *неладно что-то в Датском королевстве* – в отношениях социальных групп, между элитами, массами, властью.

Проблема справедливости касается распределения выгод и затрат среди поколений, а проблема устойчивости касается государственного финансирования, объема социальных ресурсов, которые могут и должны предоставляться на поддержку «непроизводительных» членов общества. Посредством сочетания вклада демографических переходов, экономической транснационализации, меняющихся паттернов рабочей и семейной карьер поколенческий контракт слабеет. Это влияет на жизненные шансы возрастных групп и поколений, неясно, как этот контракт будет осуществляться в государстве благоденствия, эволюционирующем в направлении государства активации (активации трудовых ресурсов кого только можно, продления трудового возраста) или государства конкуренции [25]. Можно охарактеризовать трансформацию капиталистического общества как двойное движение темпоральностей распада рыночных сил и коммодификации социальных и экономических отношений.

Чтобы желаемые конструкции времени социально состоялись, они должны выстроить жизненный мир обыденных реципиентов, обусловленный многообразными факторами: возрастными, поколенческими, этнокультурными, классовыми, географическими, поселенческими, профессиональными. К жестким линейным спускаемым сверху правилам наше поколение привыкло, хотя и не притерпелось. Совмещение практически любого момента времени и связанного с ним события с другими моментами обуславливает смыкание, сжатие времени в точку, тем самым лишая его всех количественных свойств, даже уничтожая его, оставляя лишь след. Постмодернистская темпоральность позволяет личности ощутить себя включенной в гипертекст культуры, свою причастность к единству человеческой культуры, то есть культурную идентичность.

Обращение социальной науки к времени биографии, биографическому методу стало ярким событием в отечественной и мировой социальной жизни, позволило использовать *политику памяти* в эпистолярном жанре, более свободном по отношению к чистому академизму. Традиция использования биографического метода в социологии Томаса и Знанецкого включает межпоколенное понимание социальных связей и анализ возраста, в лучших традициях темпорализма Чикагской школы. Самое же поразительное в текстах биографий – это рассказанные как бы ненароком эпизоды, из которых видно, что в годы становления этого поколения еще действуют сохранившиеся старые ценности прежнего времени [20]. Биография субъективна, она оценивает прошедшие события, сознательно, в авторской интерпретации биографического времени выделяя ценное и затемняя ненужное, болезненное. Если в биографии интерпретированы значимые социальные связи, получают убедительное объяснение важные с точки зрения автора события, то биография превращается в метод, позволяя выявить культурную, историческую, географическую детерминированность. Биографическое время получает внимание лишь в подлинно социальном государстве.

К какой модели социального государства (по крайней мере, по конституции) отнести Россию – единого мнения нет, в отечественной социальной политике есть и либеральные, и социал-демократические черты. И далеко не все в российских реалиях соответствует принципам социального государства – гарантиям

экономических и социальных прав и свобод человека и гражданина, служению обществу, стремлению исключить или свести к минимуму неоправданные социальные различия. Чтобы повысить качество жизни, сделать граждан страны социально активными, нужна полномасштабная реформа российской системы социальной политики. Пока еще в российских реалиях налицо социальная поляризация молодежи, уязвимая часть молодежи, в том числе группа молодых инвалидов, испытывает социальную депривацию, к ней назначаются некоторые меры, не уничтожающие ее причины. Рынок испытывает нехватку специалистов, так как выпускники вузов, в том числе инженеры, часто не соглашаются работать за мизерную зарплату. Время их карьеры подменяется временем поиска работы.

В технократических традициях внутренней политики система получения образования уязвимыми группами, инвалидами, мигрантами развивается преимущественно за счет частных инициатив, энтузиазма руководителей учебных, профессиональных, социальных учреждений и организаций. Осуществляемая государственная социальная политика, за исключением некоторых шагов региональных социальных ведомств и служб, де-факто ориентирована на сегрегацию и изоляцию этих групп людей в специальных (коррекционных) учреждениях, трудоустройство на специальных производствах. В результате – оторванность от широких социальных контактов, низкий уровень образования и конкурентоспособности, выбора профессий, заработной платы, отсутствие возможности достойного образа жизни.

Использование ресурсов инклюзии в социальной политике, миграционной и молодежной политике, образовании могло бы реализовать комплексный подход к процессам социализации, профессионализации, улучшения качества жизни, расширить круг межличностного взаимодействия, дать возможность раскрыть природные способности, не нашедшие реализации в повседневности. Социальная инклюзия может считаться не только приоритетом, но и ведущим принципом государственной социальной политики России, в определенном смысле ее можно полагать не только инструментом смягчения, даже ликвидации острого социального неравенства в российском обществе, но и встречной активизации гражданского общества. От того, насколько и молодые, и взрослые включены в практики взаимопомощи, преодоления стереотипов и защиты человеческого достоинства, зависит степень социальной сплоченности, доверия, мера гражданственности в обществе. Ареной социального конструирования темпоральности выступает сочетание интросубъективных и индивидуально-личностных семиотических предпосылок повседневной сферы, а понимание между людьми в рамках конвенциональности, становясь общедоступным, становится социальным, гражданственным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ярская В.Н. Методология диссертационного исследования: как защитить диссертацию. Полезно молодому ученому, соискателю ученой степени: науч.-метод. Пособие / В.Н. Ярская. М.: ООО Вариант, ЦСПГИ, 2011. 172 с.
2. Фрумкина Р. Роль истории в жизни личности, или Зачем писать биографии / Ревекка Фрумкина // 20030311; Социологический журнал. 2002. №1-3. www.russ.ru
3. Хартмут Р. Ускорение. Изменение структуры Времени в современности / Роза Хартмут. Suhrkamp Verlag, 2005. 537 с.
4. Ньютон И. Математические начала натуральной философии // Крылов А.Н. Собр. трудов. Т. 7. Л. 1934.
5. Ионин Л.Г. Социология культуры / Л.Г. Ионин. М.: Логос, 1996.
6. Ярская В. Социальная политика, социальное государство и социальный менеджмент: проблемы анализа / В. Ярская // Журнал исследований социальной политики. Т. 1. № 1. Январь 2003. С. 11-28.
7. Ярская В.Н. Научное предвидение / В.Н. Ярская. Саратов: СГУ, 1980.
8. Бахтин М. Эстетика словесного творчества / М. Бахтин. М.: Искусство, 1979. С. 232, 235, 339, 372.
9. Ярская В.Н. Время в эволюции культуры / В.Н. Ярская. Саратов: СГУ, 1989. 196 с.
10. Деррида Ж. Позитивизм / Ж. Деррида; пер. с фр. В.В. Библихина. М.: Академический проект, 2007. С. 50.
11. Троицкий С.А. Философия старости: геронтология / С.А. Троицкий // Сб. материалов конф. Серия «Symposium». Вып. 24. СПб.: С.-Петербург. Филос. общество, 2002. С. 66-69. http://anthropology.ru/ru/texts/troitsky_sa/gerontos_24.html
12. Семенова В. Социальная динамика поколений: проблема и реальность / В.В. Семенова. М.: РОССПЭН, 2009. 271 с.
13. O'Reilly Jacqueline. What kind of Pressure? What kind of Europe? Interdependency, conflict and control / J. O'Reilly // European Sociological Association (ESA) University of Geneva & Swiss Sociological Association Abstract Book / Geneva 2011 / ESA 10th Conference / Social Relations in Turbulent Times.
14. Социальное ускорение, власть и современность / ред. Хартмут Роза и Уильям Э. Шнойерман. Pennsylvania State University Press University Park, /2008 2:31 ISBN 978-0-271-03416-4 © 2009.

15. Esping-Andersen G. The Three worlds of welfare capitalism / G. Esping-Andersen. Cambridge: Cambridge university press, 1990e.
16. Bauman Z. Work, consumerism and the new poor / Z. Bauman. The rise and fall of the welfare state, 2001. Chapter 3. P. 45-62.
17. Fraser J.T. Time, Conflict, and Human Values (1999) / J.T. Fraser / <http://www.studyoftime.org/ContentPage.aspx>.
18. The order of Time // Times of our lives / Part 1 <http://theorderoftime.com/science/sciences/articles/timesofourlives1>
19. Certeau M. de. The Practice of Everyday Life / M. de Certeau. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1998.
20. Козловский В.В. Интервью с профессором Валентиной Н. Ярской / В.В. Козловский // Журнал социологии и социальной антропологии. 2005. №1. С. 10-23.
21. Пригожин И. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой. Ч. 3: От бытия к становлению. / И. Пригожин, И. Стенгерс; пер. с англ. Ю.А. Данилова. М., 1984. С. 272.
22. Пригожин И. Философия нестабильности / И. Пригожин // Вопросы философии. 1991. №6. С. 46- 52.
23. Карпов М. Наблюдения за сверхновыми подтверждают гипотезу об ускорении времени / Михаил Карпов // Компьютерра: Бизнес-журнал. Наука и техника / Космос / Планеты и звёзды / 29 апреля 2008.
24. Cochrane A. Comparative approaches and social policy (issues of convergence) / A. Cochrane // Comparing welfare states: Britain in international context / Ed.by Allan Cochrane and John Clarke. London: Sage and Open University Press, 1994. P. 1-17.
25. Kohli M. The generational contract: a social model under pressure / Martin Kohli // European Sociological Association (ESA) University of Geneva & Swiss Sociological Association Abstract Book / Geneva 2011 / ESA 10th Conference / Social Relations in Turbulent Times.

Ярская Валентина Николаевна –

доктор философских наук, профессор кафедры «Социология, социальная антропология и социальная работа» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Valentina N. Yarskaya –

Dr. Sc., Professor
Department of Sociology, Social Anthropology and Social Work
Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 24.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 377.1:7.012

Д.В. Зайцев

**СОЦИАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ
ИНКЛЮЗИИ ДЕТЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ**

Представлен социологический анализ проблемы инклюзивного образования детей с инвалидностью. Репрезентированы основные результаты эмпирического исследования проблемы, опроса участников образовательного процесса. Рассмотрены основные причины затруднений в организации инклюзивного образования и реализации социально-образовательных инклюзивных программ.

Инклюзивное образование, дети с инвалидностью, социальная интеграция, социальные проблемы инклюзивного образования

D.V. Zaitsev

**SOCIAL PROBLEMS OF EDUCATIONAL INCLUSION
FOR DISABLED CHILDREN**

The article presents the sociological analysis of the issues of inclusive education for the children with physical disabilities. The basic results of empirical research of the issue, the survey of the participants of the educational process are presented. The author analyses the main reasons for the challenges related to organization of inclusive education and realization of social and educational aspects of inclusive programs.

Inclusive education, children with physical disabilities, social integration, social problems of inclusion formations

Инклюзивное образование – процесс совместного обучения, воспитания, развития детей с нарушениями психофизического развития и без нарушений, совместно в одной группе/классе учреждений образования общего типа. Сегодня инклюзивное образование выступает одним из стратегических направлений модернизации института российского образования. В основе становления практик смешанного обучения находится тенденция слияния систем общего и специального (коррекционного) образования. Развитие инклюзивного образования будет способствовать решению такой социальной проблемы, как реализация прав лиц с особыми нуждами на человеческое достоинство и равноправие в получении образования.

В условиях транзитивного российского общества проблемы социальной интеграции детей с нарушениями развития в общество, «включения» (инклюзии) их в современную палитру социокультурных отношений приобретают особую важность. Это связано, в частности, с тем, что стабильно увеличивается число детей с инвалидностью. В начале XXI века на планете, по статистике ООН, число таких детей приблизилось к 600 миллионам, а в России – к 600 тысячам. Если в 1995 г., по данным Росстата, в России насчитывалось 453.619 детей-инвалидов, то к 2011 г. их число возросло до 617.842 чел. В Саратовской области с 1996 по 2011 гг. число детей-инвалидов увеличилось на 45% и составило 10.208 человек. В целом в настоящее время в России насчитывается более 2 млн. детей с ограниченными возможностями здоровья (6% всей детской популяции) [1].

Государственная политика традиционно была направлена на изоляцию таких детей, помещение их в коррекционные (ранее – вспомогательные) школы и школы-интернаты. По нашему мнению, оптимальным направлением смещения фокуса государственной социальной политики является тотальная интеграция в общество детей с ограниченными возможностями здоровья. Образовательная инклюзия детей-инвалидов выступает главной задачей, стоящей перед российским обществом на современном этапе его развития.

Реализация инклюзивного образования как гуманистической альтернативы специальному (коррекционному) обучению и воспитанию будет способствовать соблюдению прав детей с особыми нуждами на человеческое достоинство и равноправие в получении образования, подготовит общество к адекватному принятию нетипичного человека. Процессы глобализации, интернациональной интеграции только подталкивают широкий спектр дискурсивных национальных практик к серьезному рассмотрению данного варианта социальной помощи лицам с особыми потребностями. Это позволит, по мнению В.Ярской, двигаться «... в направлениях гражданского образования как обучения толерантности, диалогу культур и совместных проектов между школами и вузами, инвалидами и неинвалидами, разными этническими общинами» [2]. Взамен традиционному дифференцированно-технологическому подходу к образовательному процессу следует разрабатывать и реализовывать социокультурно-экологический подход как более широкий, системный и органичный по отношению к индивидуальному развитию. Современное образовательное пространство необходимо сделать максимально открытым в информационном, программно-методическом плане, оперативно реагирующим на социальные, культурные и экономические вызовы, направленным на смягчение социального неравенства.

Для решения проблемы институционализации инклюзивного обучения и воспитания в рамках отечественной системы образования необходимо наличие ряда условий: стабильная государственная гарантия материального обеспечения, трудоустройства, социальной защиты лиц с отклонениями в развитии; законодательное определение статуса интегрированного ребенка и образовательного учреждения, принимающего его, и, самое главное, готовность общества понимать и разделять личные проблемы нетипичного ребенка.

До настоящего времени проблема развития интегрированного, а также инклюзивного образования решается в нашей стране за счет латентных практик совместного обучения и воспитания детей, имеющих различный психофизический статус. Первые опыты обучения и воспитания нетипичных детей в общеобразовательных учреждениях были инициированы родителями. Они, в связи с принятием в 1992 г. закона Российской Федерации «Об образовании», получили право выбирать не только наиболее подходящие, по их мнению, для ребенка учебные программы, но и учреждения. Со стороны родителей это был вынужденный акт протеста против практик стигматизации детей, реализуемых психолого-медико-педагогическими комиссиями, по заключению которых детей помещали в коррекционные школы и школы-интернаты. В дальнейшем право родителей на обучение ребенка-инвалида в соответствии с индивидуальной программой его реабилитации в образовательном учреждении общего типа было закреплено Федеральным законом «О социальной защите инвалидов» (ст. 18, 19) [3].

Благодаря инициативе родителей в массовых школах стали учиться многие дети с нарушениями развития. По данным проведенного нами мониторинга с 2002 по 2011 гг. практически каждый третий учащийся массовой школы г. Саратова имеет задержку психического развития, а каждый 10 – отклонение в развитии сенсорных систем (слух, зрение), опорно-двигательного аппарата и т.п. Однако чаще всего о наличии отклонений у ребенка предпочитают умалчивать как родители, так и педагоги. Первые – чтобы не привлекать излишнее внимание к своей семье, вторые – чтобы не усложнять себе жизнь. Соответ-

ственно, процесс обучения детей с ограниченными возможностями в массовой школе в основном носит латентный характер.

Результаты проведенного нами в период с 2002 по 2011 год исследования специфики социального отношения к проблеме инклюзивного образования детей-инвалидов с нарушением опорно-двигательного аппарата показывают неоднозначность аттитудов респондентов. Объем выборки составил 872 единицы опроса. Были опрошены: педагоги (292 чел.) и учащиеся средних общеобразовательных учреждений г. Саратова (307), а также родители школьников (273). Исследование и обработка его результатов проводились творческой группой ученых в составе: Е.Ярская-Смирнова (д. социол. н., профессор), П. Романов (д. социол. н., профессор), Д.Зайцев (д. социол. н. профессор).

Было установлено, что 20% педагогов и 36% учащихся общеобразовательных учреждений, 37% родителей школьников выражено позитивно относятся к развитию практик социально-образовательной интеграции детей с ограниченными возможностями здоровья. По мнению респондентов, наиболее «подходящими» для инклюзивного обучения являются дети с нарушением опорно-двигательного аппарата и сенсорной сферы (слух, зрение, речь). С этим согласны треть педагогов, половина учащихся и 2/3 родителей. В среднем только 5% респондентов считают возможным интегрировать в массовую школу детей с интеллектуальными нарушениями.

В качестве основных причин сложности развития системы инклюзивного обучения респонденты указывали следующее: несовершенство отечественного законодательства, отсутствие необходимых законодательных актов, инструктивно-методических документов (75% учителей и 65% родителей); отсутствие специальных образовательных программ для детей с нарушениями психофизического развития (91% и 74%, соответственно); негативное отношение к инвалидам в обществе (77% педагогов, 59% родителей, 50% учащихся); неукомплектованность штата образовательных учреждений общего типа специалистами: психологами, дефектологами, врачами, вспомогательным персоналом, подготовленным к работе с нетипичными детьми (88, 78, 69, соответственно). Данные причины можно рассматривать как направления, пути развития системы социально-образовательной инклюзии детей с разным психическим и физическим статусом. Особого внимания заслуживает мнение педагогов как представителей экспертной группы относительно того, что учителя массовых школ не владеют принципами организации процесса совместного обучения детей с разным психофизическим статусом. Такой критический анализ своего профессионального потенциала прослеживается у четырех из пяти педагогов (81%), что актуализирует организацию мероприятий по повышению квалификации педагогических работников в области специальной психологии, коррекционной педагогики.

Таким образом, дискуссионность проблемы интегрированного обучения обусловлена наличием множества как позитивных, так и негативных аспектов. С одной стороны, дети с ограниченными возможностями будут восприниматься как равные и станут развиваться в коллективах обычных детей, будут разрушены сегрегационные барьеры, упразднена социокультурная изоляция, но с другой – массовые школы не готовы к качественной реализации практик инклюзивного образования с точки зрения как материально-технического, так и кадрового обеспечения, высок риск дискриминации со стороны ряда педагогов и учащихся. Анализ данных эмпирического исследования показывает, что более половины респондентов указывают на такую социальную проблему развития инклюзивного образования, как доминирование в российском обществе отрицательного отношения к лицам с нарушениями психофизического развития. В качестве причин, затрудняющих реализацию технологий интегрированного обучения, чаще всего указывается неготовность материально-технической базы массовых школ. Однако, с нашей точки зрения, это проблема, которую достаточно быстро можно решить при увеличении финансирования системы образования (что и наблюдается в настоящее время). При расширении практик инклюзии значительная часть образовательных учреждений коррекционного типа будет упразднена, что позволит направить отпускаемые ранее на данные школы и школы-интернаты средства в систему инклюзивного обучения и воспитания. Кроме того, финансирование российского образования должно стать многоканальным, прежде всего за счет привлечения внебюджетных средств, средств меценатов и спонсоров. К проблеме инклюзивного обучения необходимо привлечение внимания широких слоев общества, представителей администраций разных уровней, работников социальных служб, средств массовой информации. Только при объединении усилий различных специалистов, межведомственном взаимодействии, широком обсуждении проблем интеграции, инклюзии на научно-практических конференциях, семинарах, съездах возможно формирование позитивного социального отношения к нетипичным детям, определение действенных механизмов реализации инклюзивного обучения учащихся с различным уровнем психофизического развития.

ЛИТЕРАТУРА

1. Статистическая база данных Федеральной службы государственной статистики. Демография. 2011 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat/rosstatsite/main>. (дата обращения 07.09.2011).

2. Ярская В.Н. Стратегии модернизации российского образования / В.Н. Ярская // Образование и молодежная политика в современной России. СПб.: СПбГУ, 2008. С. 155-159.

3. Федеральный закон от 24 ноября 1995 г. № 181-ФЗ «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации» // Собрание законодательства Российской Федерации. 1995. № 48. Ст. 4563 (изм. 2002, 2004, 2008 гг.).

Зайцев Дмитрий Викторович –
доктор социологических наук, профессор
кафедры «Социология, социальная антропология
и социальная работа» Саратовского государственного
технического университета имени Гагарина Ю.А.

Dmitriy V. Zaitsev –
Dr. Sc., Professor
Department of Sociology, Social Anthropology
and Social Work
Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 11.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 316.334.3

В.А. Ручин

СОЦИАЛЬНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ РОССИЙСКОГО ОБЩЕСТВА В КОНТЕКСТЕ СОЦИАЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ ГОСУДАРСТВА

Статья посвящена инклюзии как фундаментальному принципу социальной безопасности. Усиление социальной напряженности в отсутствие механизмов социального, экономического и политического регулирования, необходимого уровня информационного взаимодействия власти и общества, максимально адаптированного к новым реалиям, может привести к глубокому системному кризису российского общества.

Инклюзия, инклюзивное образование, модернизация, социальная политика, социальная безопасность

V.A. Ruchin

SOCIAL SECURITY OF THE RUSSIAN SOCIETY IN THE CONTEXT OF THE STATE SOCIAL POLICY

The article is devoted to the inclusion as a fundamental principle of social security. Increasing social tension in the absence of social, economic and political control needed for the required level of information exchange and interaction between the authorities and society adapted to new realities, can lead to profound systemic crisis in the Russian society.

Inclusion, inclusive education, modernization, social policy, social security

Переходный период российского общества, осуществляемый путем интенсивного обновления социально-экономической системы [1], судя по событиям последних месяцев, представляет собой неравномерное по течению и неоднозначное по смыслу социальное явление, приближающее нас «на крутых поворотах» течения политической жизни к революционной ситуации [2].

Очевидно, что организаторы модернизации пока не располагают адекватной теорией, необходимой для достижения устойчивого развития общества, а создание такой теории – «напряженное и продолжительное усилие, не гарантирующее результата, а какой-то интеллектуальный ориентир сегодня, в хаосе перемен, необходим безотлагательно» [3]. Поиск интеллектуального ориентира диктует необходимость формулирования ключевых проблем социальной политики на основе актуализации исторического контекста и описания дестабилизирующих общество факторов.

Для понимания специфики переживаемого нами исторического периода целесообразно для начала определить, какой тип модернизации реализуется в нашей стране. В интересах достоверности выводов и с учетом остроты избирательной кампании предпочтительнее исходить из худшего варианта, например, принять за точку отсчета тип «ложной модернизации», под которым П. Штомпка подразумевает «несогласованное, дисгармоничное, внутренне противоречивое сочетание трех элементов: 1) современных черт в отдельных областях общественной жизни; 2) традиционных, домодернистских характеристик во многих других областях и 3) всего того, что призвано имитировать современную западную действительность» [4].

Наше время – время информационного общества, эпоха гиперреальности: активного виртуального диалога, мультикультурализма и формирования представлений о текущих событиях посредством СМИ, период доминирования интернет-ресурсов. Виртуальность [5] – это современный тип коммуникации, принимающий новую форму отношений – отношений между образами. Следует признать, что в своем массовом проявлении виртуальность – сфера социальных отношений [6]. Создается принципиально новый уровень коммуникации, перманентно усугубляемый противостоянием социальных групп внутри отдельных стран при информационной подпитке извне. Кроме того, виртуальный мир позволяет напрямую, без посредников, влиять на чувства, представления человека [7], достигать внутреннего мира личности, а темп и сила, техническая оснащенность и материальные возможности этого влияния, в том числе на социальную реальность таковы, что порой способны подорвать доверие, сложившееся под воздействием локальной социальной среды. Все это усиливается тем обстоятельством, что on-line диалог ведётся, как правило, молниеносно и эмоционально, организовано [8, 9], действует по принципу неопределенности, формирует симулятивную идентичность и мобилизационную готовность созданных под его воздействием групп к неожиданным действиям, порождая риски социальной безопасности.

В последние десятилетия наблюдается активный рост миграции населения (эмиграции, иммиграции, реэмиграции), а также рост туристических потоков, что приводит к значительным изменениям социальной реальности. Так, вполне обоснованно типизировать туристов как новую социальную группу, способную заметно влиять на социальные изменения, осуществляя на основе приобретаемого опыта синтез новых заимствований, трансформируя их в систему ценностей, представляющих собой обобщенные цели наиболее активной части населения.

Сегодня статистика фиксирует относительное снижение социального уровня в различных его проявлениях [10]. Например, на проведенный ВЦИОМ в ноябре 2010 года вопрос: «Пользуется ли вашим доверием ваш нынешний начальник?» – респонденты от 18 до 24 лет по сравнению с другими возрастными группами показали более низкий уровень доверия. Скорее не доверяют, чем доверяют руководству и респонденты с более низким доходом, а также люди с высшим образованием.

В исследовании социологического Центра Щетинского университета (N-400), проведенного в 2010 г. среди студентов вузов г. Саратова, более половины опрошенных затруднились с ответом, не подтвердили или ответили отрицательно на утверждение «В общем, людям можно доверять», а на утверждение «Большинство чиновников в России – это порядочные люди» 133 ответили: «Категорически не согласен», 149 – «Скорее не согласен», 89 – «Сложно сказать».

Обращаясь к анализу ценностей социальных групп, полезно рассмотреть четыре социальные группы населения, имеющие ориентации на гедонизм, государственность, гуманизм, элитаризм и их основные ценностные предпочтения, связанные между собой в иерархически организованную последовательность. Гедонисты ориентированы на следующие ценностные позиции: развитие через риски – 0,19; развитие через занятия – 0,18; получение радостей – 0,16. Государственники: оберегание природы – 0,37; отзывчивость – 0,33; сильное, социальное государство для всех – 0,26. Гуманисты: порядочность – 0,55; скромная уверенность в себе – 0,3; диалог – 0,28. Элитаристы: безопасность – 0,47; авторитетность – 0,29; богатство – 0,28 [11].

Таким образом, современные россияне отличаются низким уровнем доверия, их жизненный мир «переполнен» новыми знаниями об обществе, полученными, в том числе, посредством современных информационных технологий; представления россиян испытывают крайнюю неустойчивость ценностных ориентиров, что, естественно, приводит к изменению структуры повседневного сознания личности [12]. Следовательно, социальная политика, нацеленная только на решение материальных вопросов отдельных социальных групп, не консолидирует общество, неэффективна с точки зрения доверия и социальной сплоченности.

Можно предположить, что исполнительная власть, решая социальные вопросы с точки зрения финансов, проводя массовые мероприятия в контексте внутренней политики, в итоге не располагает идеологией механизма реализации социального доверия [13], то есть живет в каком-то смысле автономно от общества, периодически откупаясь от него. В итоге препятствием социальной сплоченности являются не новые знания об обществе, сосредоточенные у российского среднего класса, а старые формы управления. В этой ситуации интеллектуалы, интеллигенция, выступающие зачастую первопроходцами в создании дефиниций [социального] идеала, концепций идеологии, могут реально стать гигантской силой, которая при определенных обстоятельствах может диктовать власти и направление политики, и выбор первых лиц [14], то есть дестабилизировать ситуацию в обществе.

Факторы, исключая отдельные социальные группы или индивидов из контекста общественной жизни, можно отнести к дестабилизирующим факторам. На наш взгляд, они лежат на поверхности: во-первых, «многие граждане не могут реализовать свои профессиональные знания, найти такую работу, которая позволяла бы иметь достойную зарплату и развиваться, строить карьеру»; во-вторых, «недопустимо, вызываясь велика дифференциация доходов» [15], в-третьих, отсутствуют универсальные ценности [16], разделяемые всем обществом, в-четвертых, существенная криминализация общественных отношений, в-

пятых, отсутствие у властных структур навыка результативного, грамотного диалога с обществом в условиях ИТ-технологий.

Актуализация исторического контекста, определение и описание дестабилизирующих факторов приводит нас к однозначному выводу: сегодня российское общество лишено эффективного механизма общественного согласия, позволяющего органично, без излишней конфронтации, включать своих членов в единое социальное творчество, то есть у общества отсутствует модель конструктивного сотрудничества – *инклюзии*. В широком смысле «инклюзия – это демократические в своей основе принципы и действия по включению индивида или группы в более широкое сообщество; преодоление дискриминации по полу, возрасту, здоровью, этничности и каким-либо другим признакам» [17], хотя известно, что понятие *инклюзия* пришло в современный дискурс как эпитет понятия *образование*.

Инклюзия стала неотъемлемой ценностью для сообщества российских педагогов, что подтверждает перелом в признании инклюзии как социальной нормы: выработаны новые культуральные представления; пройдена в позитивном смысле точка невозврата к советским представлениям об образовании. Есть все основания предположить, что наступает другой период, период глубокого освоения новых подходов всем обществом, в ходе которого должен быть преодолен комплекс проблем, главная из которых – формализация процесса. В то же время в социальной политике принцип социальной инклюзии переживает период научного обоснования и делает только первые шаги как демократическая акция [17] преобразования социума. Процесс зарождения нового облика российского общества станет необратимым при широком понимании значимости инклюзии в рамках социальной политики.

Социальная политика – деятельность государства и/или общества (общественных институтов) по согласованию интересов различных социальных групп и социально-территориальных общностей в сфере производства, распределения и потребления, позволяющая согласовать интересы этих групп с интересами человека и долговременными целями общества [19]. *Цель социальной политики* очевидна – достижение социального мира в интересах общественного блага, и достижение этой цели невозможно без решения одной из ключевых проблем, которая с учетом современного исторического контекста выражена категорией *социальная безопасность*. Социальная безопасность подразумевает защищенность целей, идеалов, ценностей и интересов человека и общества, государства и цивилизации от неприемлемых вызовов, рисков, угроз и опасностей [20].

Основой социальной безопасности должна быть защита общества от утраты его целостности, то есть предотвращение социальных потрясений. Вот почему при конструировании такой защиты чрезвычайно важно устранить причины, влияющие на рост политической радикализации, антагонистического соревнования интересов. Такое соревнование социальных групп лишает побежденных надежды и как бы «исключает» их, превращая социальное общение, по Гоббсу, в «войну всех против всех» [21]. Цивилизованные формы социальному соревнованию или противостоянию призвана придать модернизация.

Модернизация социальной политики – это оптимизация процесса согласования социальных интересов, уход от декларативного формального диалога власти и общества. Предотвращение угрозы формализации идей инклюзии в целом и инклюзивного образования, в частности, так же как и защита от формализации идей демократизации, требует инструмента модернизации, или интеллектуального ориентира, о котором говорилось выше. Поиск инструмента модернизации целесообразно осуществить в ходе более детального описания категории *социальная безопасность*. Прежде всего социальная безопасность тесно увязывается с разработкой модели инклюзии в аспекте социальной сплоченности как направления социальной политики, раскрываемого такими понятиями, как *толерантность, интеграция, доверие, дистанция, социальная инклюзия*. Таким образом, социальная инклюзия (*включение, принятие, поддержка*) – фактически тот интеллектуальный ориентир, тот *базовый принцип социальной безопасности*, с помощью которого можно создать теоретическую основу модернизации социальной политики.

Опираясь на интеллектуальный ориентир, можно приступать к разработке модели социальной инклюзии, обоснованию инклюзии как базового принципа социальной безопасности, что (и это очень важно) потребует наличия новой идеологии – идеологии «социальной сплоченности» и обоснование механизма ее реализации. В основе этой идеологии будет лежать новый социальный идеал, рожденный современными социальными практиками. В механизме реализации идеологии «социальной сплоченности» не только в общем социальном пространстве, но и в каждом ее локусе играют организующую и конструирующую роль многие критерии и параметры социального идеала [13].

Отсутствие сегодня социальной инклюзии как мировоззрения и как принципа демократических преобразований отрицательно влияет на понимание властью и обществом индивидуальной и групповой идентичности, на их учет в социальной политике. При отсутствии механизма социальной инклюзии социальная безопасность российского общества в контексте современной государственной политики снижается и утрачивает свой истинный смысл: несогласие общества приобретает протестный характер, что подтверждается падением уровня доверия к государственным институтам и ростом массовых протестных акций, усилению социальной напряженности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Медведев Д.А. Послание Президента РФ Федеральному Собранию. 2012. URL: <http://www.consultant.ru/online/base/req doc; base law>. Дата обращения: 24.02.2012.
2. Епархина О.В. Социальная революция исторической социологии XX века / О.В. Епархина // Социология в системе научного управления [Электронный ресурс]: материалы IV Всероссийского социологического конгресса / ИС РАН, ИСПИ РАН, РГСУ. М.: ИС РАН, 2012. 1 CD ROM.
3. Штомпка П. Социология социальных изменений / П. Штомпка; пер. с англ. под ред. В.А. Ядова. М.: Аспект Пресс, 1996. 416 с.
4. Ермаханова С.А. Теория модернизации: история и современность / С.А. Ермаханова. URL: <http://econom.nsc.ru/>. Дата обращения: 23.02.2012.
5. Виртуализация междуниверситетских научных коммуникаций: методы, структура, сообщества / под ред. Н.Е. Покровского. М.: СоПСо, 2010. 156 с.
6. Попов Д.С. Погружение в виртуальности. Трансформация российской интеллигенции рубежа XX-XXI веков / Д.С. Попов. М.: «Сообщество» профессиональных социологов, 2009. 213 с.
7. Куликов Е.В. Контент-анализ слухов в сети Интернет как элемент мониторинга репутации государственных учреждений и коммерческих компаний / Е.В. Куликов, Н.А. Куликова // Социологические методы в современной исследовательской практике: сб. статей памяти А. Крыштановского [электронный ресурс] / отв. ред. и вступ. ст. О.А. Оберемко; НИУ ВШЭ, РОС, ИС РАН. М.: НИУ ВШЭ, 2011. VIII, 557 с. 1 CD ROM.
8. Белопольская Т.Н. Некоторые аспекты обеспечения информационной безопасности / Т.Н. Белопольская // Социологические методы в современной исследовательской практике: сб. статей памяти А. Крыштановского [электронный ресурс] / отв. ред. и вступ. ст. О.А. Оберемко; НИУ ВШЭ, РОС, ИС РАН. М.: НИУ ВШЭ, 2011. VIII, 557 с. 1 CD ROM.
9. Шамыкина В.М. Комплексное качественное исследование в русскоязычной блогосфере / В.М. Шамыкина // Социологические методы в современной исследовательской практике: сб. статей памяти А. Крыштановского [электронный ресурс] / отв. ред. и вступ. ст. О.А. Оберемко; НИУ ВШЭ, РОС, ИС РАН. М.: НИУ ВШЭ, 2011. VIII, 557 с. 1 CD ROM.
10. Горяинов В.П. Анализ системной организованности связей между ценностями / В.П. Горяинов // Системные исследования. Методологические проблемы. Ежегодник 2008-2009. Вып. 34 / под ред. Ю.С. Попкова, В.Н. Садовского, В.И. Тищенко и др. М.: КРАСАНД, 2009. С. 134-148.
11. Шюц А. Структура повседневного мышления: пер. с англ. / А. Шюц // Социологические исследования. 1988. № 2. С. 129-138.
12. Ярская В. Социальная сплоченность: выбор идеологии механизма реализации / В. Ярская, Е. Ярская-Смирнова // Интеллигенция и идеалы российского общества: сб. статей по материалам XI международной теоретико-методологической конференции. М.: РГТУ, 2010. С. 150-159.
13. Павловский Г. «Век XX и мир»: урановый могильник российской интеллигенции / Г. Павловский. URL: http://www.russ.ru/politics/20010116_gpavl.html. Дата обращения: 21.02.2012
14. Путин В. Строительство справедливости. Социальная политика для России / В. Путин. URL: <http://www.putin2012.ru/>. Дата обращения: 22.02.2012.
15. Динамика ценностей реформируемой России / Н.И. Лапин, Л.А. Беляев, Н.Ф.Наумова, А.Г. Здравомыслов. М.: Эдиториал УРСС, 1996. 221 с.
16. Социальная политика современной России: социологический анализ тенденций инклюзии: монография / под ред. Д.В. Зайцева и В.Н. Ярской. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2010. 132 с.
17. Ярская В.Н. Инклюзия – новый код социального равенства / В.Н. Ярская // Образование для всех: политика и практика инклюзии: сб. науч. ст. Саратов: Научная книга, 2008.
18. Григорьева И. Социальная политика: основные понятия / И. Григорьева // Журнал исследований социальной политики. 2003. Т. 1. Вып. 1. С. 29-44.
19. Кузнецов В.Н. Социология безопасности / В.Н. Кузнецов. М.: МГУ, 2009. 422 с.
20. Ильин И. Общее учение о праве и государстве / И. Ильин. М.: АСТ: АСТ Москва: Хранитель, 2006. 510 с.

Ручин Владимир Алексеевич – кандидат социологических наук, доцент кафедры «Социология, социальная антропология и социальная работа» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Vladimir A. Ruchin – Phd, Associate Professor
Department of Sociology, Social Anthropology and Social Work
Gagarin Saratov State Technical University

УДК 316.334.3

Н.И. Ловцова**ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ КАПИТАЛ В МОЛОДЕЖНОЙ ПОЛИТИКЕ:
НЕОЛИБЕРАЛЬНЫЙ КОНТЕКСТ**

Осуществлен анализ социально-политических процессов в современной России, продемонстрированы противоречия разработки социальной политики, выявлены стереотипы конструирования политики на основе анализа молодежной политики.

Социальная политика, проблемно-ориентированная политика, неолиберальные тенденции, молодежная политика

N.I. Lovtsova**HUMAN CAPITAL IN YOUTH POLICY: NEO-LIBERAL CONTEXT**

The article deals with analysis of modern Russian socio-political processes, demonstration of policy making contradictions, visualization of policy making stereotypes on the basis of youth policy analysis.

Social policy, problem-orientation of policy, neo-liberal trends, youth policy

Перестроечная и постперестроечная социальная политика, в задачи которой входило решение быстро растущего числа социальных проблем (или, скорее, их визуализация) в условиях весьма ограниченных финансовых и социальных ресурсов, таким образом, с самого начала, возможно вынужденно, приобрела скорее тактический, нежели стратегический характер. Возникновение отдельных отраслей политики, ориентированных не только на вид деятельности (образование, здравоохранение, социальная поддержка), но и на отдельные группы населения (политика защиты детства, семейная политика, молодежная политика, политика защиты инвалидов) – этому свидетельство.

Также разработка таких видов политик шла по пути формулирования собственных принципов, озвучивания и визуализации социальных проблем, установки собственных приоритетов и организационных структур, системы мер, не объединенных какой-либо смысловой идеей, пронизывающей все направления социальной политики. Так сложилось, что в стране не приходится говорить о комплексной социальной политике, а лишь об отдельных, часто противоречащих друг другу направлениях социальной политики.

Неэффективность такого пути доказана временем: с 1996 года перечень проблем, содержание дебатов (которые строятся не на обсуждении реальных причин, анализе условий и поиске ресурсов, а на поиске виноватого в том, что проблема возникла и не решена) не изменились, речь в них идет о симптомах, следствиях действия различных факторов: преступность, снижение качества образования, безнадзорность, наркомания и т.д. Меняются лишь цифры статистических данных в зависимости от уровня (федеральный, муниципальный), времени обсуждения и темы дебатов.

Второе направление критики такого пути и способа построения социальной политики – это ошибочное восприятие развития государства, применяющего проблемно-ориентированные виды социальной политики в качестве демократического. Подобная траектория социально-политического планирования заранее заложила идею неолиберального проекта, что, в общем, более привычно для России (чем демократия), управляемой пока еще людьми, сложившимися в системе тоталитарной и патерналистской ситуации Советского Союза.

В чем же проблема неолиберальных проблемно-ориентированных видов политики? Проблемно-ориентированные виды политики (политики, ориентированные на группу) позволяют выстраивать приоритеты, объявлять группы, решение проблем которых имеет первостепенную важность для государства на данном этапе. В таком случае мы можем указать на двойственность дискурса о проблеме. С одной стороны, правительство понимает ситуацию, знает о том, что происходит, тем самым получает повод именовать себя социально-ориентированным правительством: «Россия – социальное государство. Мы имеем гораздо более

высокий уровень социальных гарантий, чем страны с сопоставимым уровнем производительности труда и доходами на душу населения. В последние года расходы бюджетной системы на социальную сферу составляют более половины в общих бюджетных расходах» [1]. Однако социальное государство – это не только наличие социальных гарантий. В первую очередь, социальное государство строится на высоком уровне развития гражданского общества, где социальная проблематизация определяется снизу, представителями общественных организаций, а также на высоком уровне социальной ответственности всех граждан, влияющих и участвующих в перераспределении доходов [2], причем справедливость перераспределения, опять же, определяется не представителями властных структур, а представителями гражданского общества.

В современной России дискурс проблемы возникает на государственном (реже региональном) уровне и проблематизация группы, как правило, происходит со стороны правительственных агентов с точки зрения правительственных интересов, но не с точки зрения учета интересов социальной группы. При этом часто оказывается, что источник проблемы коренится в свойствах группы, нежели в мерах правительств (федеральных ли, муниципальных – неважно). Современная социальная политика также характеризуется отсутствием рационально объясненных причин или обоснований этих приоритетов (статистика не может быть обоснованием, поскольку с течением времени ситуации с социальными проблемами практически не меняются).

Еще одной чертой современной социальной политики является дублирование задач; например, молодежная политика предполагает меры и в сфере занятости, и образования, и профилактики правонарушений, однако в России разработаны и самостоятельные направления политики занятости, образования, из-за чего конфликт межведомственных интересов (чаще всего за увеличение финансовых потоков при как можно меньшем количестве усилий) часто снижает эффективность обоих направлений политики, а практика обвинения жертвы провоцирует весьма несоциальные реформы (образование, сокращение пособия по беременности и родам).

Проблемно-ориентированные типы политики, оперируя терминами социальных проблем, естественным образом приводят к поиску носителя проблемы, социальная группа объявляется группой риска, обоснование мер и финансовые вливания строятся на перечне проблем и игнорировании ресурсов. В результате схема социально-политического действия такова: во-первых, на решение проблемы направляется финансирование, во-вторых, осуществляется оценка ситуации и положения группы по сравнению с периодом, предшествующим финансированию (чаще всего, на основании статистических данных); затем следует вывод о том, что «несмотря на все усилия государства», изменений в положении социальной группы не произошло, в основном по причине отсутствия социальной ответственности среди представителей группы, следовательно, социальная группа все более «демонизируется», объявляется ответственной, виновной в неэффективности усилий; в-четвертых, подтверждается правильность мер контроля, наказания. В итоге все заканчивается сокращением социальных расходов (здесь речь идет об особенностях перераспределения ресурсов: если проблема не решена, надо направить средства в другую область, возможно более восприимчивую к правительственным мерам, или перераспределить расходы внутри политики, например не строить спортивные площадки, а усиливать и увеличивать численность инспекторов Комиссии по защите прав несовершеннолетних). В общем, это обычная практика обвинения жертвы. Под сокращением расходов имеется в виду не абсолютное сокращение, сокращается финансирование тех мер, которые имеют реальное значение для целевой группы.

Итак, отечественная социальная политика и социальная работа формировались и продолжают развиваться как ответ на социальные проблемы. Для европейских стран такой фокус политики – это реальный вызов. Подобная ориентация политики, характеризуя критикуемый неолиберальный тренд, вызывает опасения у исследователей, аналитиков социальной политики, представителей гражданского общества.

Фактически эта схема анализа подходит и для понимания существующей молодежной политики. Когда речь идет о молодежи, проблематизация становится наиболее распространенным способом обсуждать положение и роль молодых людей в обществе. Молодежная политика актуальна лишь тогда, когда государство считает это актуальным.

Документ, свидетельствующий о таких тенденциях в России, – концепция Федерального агентства по делам молодежи «Молодежный ресурс инновационного развития России» [4]. Требования инновационного развития – кадры «Молодежь – основа той части человеческого капитала, которую еще можно совершенствовать» [4]. Это высказывание свидетельствует о противоречивом отношении к молодежи: хотя молодежь и капитал, но не совершенный, этот капитал нуждается в усовершенствовании, а следовательно, есть угрозы и инновационному развитию, и процессу совершенствования человеческого капитала. Проблемно-ориентированная сущность молодежной политики проявляется в том, что концепция представляет собой документ, где большая часть, посвященная ресурсам инновационного развития, начинается с детального описания угроз и попыток определить, кто будет решать проблемы.

Итак, чем молодежь может помешать инновационному развитию?

Низкая рождаемость. Молодые поколения «будут нести бремя воспроизводства», однако «прогнозы демографов таковы, что нет оснований рассчитывать на повышение рождаемости». Здесь же присутствует традиционная риторика: «Несмотря на все меры, принимаемые правительством, уровень рождаемости не увеличивается».

Эмиграция из России. В основном эмиграционные потоки состоят из молодежи, более того, «молодые люди, оставаясь гражданами России, работают за рубежом и платят там налоги».

Здоровье. «Оценивая качество человеческого потенциала – у него низкие физические и психические характеристики, а также склонность к образу жизни, становящемуся причиной преждевременной смертности» (традиционный перечень проблем: наркотики, алкоголь, ЗППП, СПИД, курение, раннее приобщение к половой жизни, аборт, самоубийства – все феномены распространяются «на фоне замены акселерации ретардацией»). Главная озабоченность в связи с ухудшением здоровья молодых людей – «... это снижает качество призывников. Риторика строится не вокруг заботы или усиления эффективности системы здравоохранения, а четко использует приемы обвинения жертвы, так как не здравоохранение виновато в том, что растет уровень наркотизации, распространяется ВИЧ/СПИД, виновны сами молодые люди, которые выбирают подобный образ жизни».

Преступность в данном документе расценивается как «неэффективное расходование молодежного человеческого потенциала», поскольку темпы распространения растут, а тяжесть преступлений усиливается.

Безработица также становится проблемой молодежи и не потому, что в стране мало рабочих мест, а потому, что «молодые россияне, закончив вуз, не торопятся искать работу... тенденция запаздывания выхода молодых специалистов на рынок труда... Не работают, предпочитают «осмотреться».

Деадаптированность детей и подростков, не имеющих родителей. Кто здесь главный и виноватый? Похоже, что дети и подростки. Эти деадаптированные дети могут пребывать в «приличных» местах – интернате, приюте или в пенитенциарной системе, но «затем вновь оказываются на улице, где криминальные методы остаются для них одним из главных средств к существованию».

Далее, стратегия обновления молодежного ресурса осуществляет поиск виновных в проблематизации молодых людей. Помимо самих молодых людей, виновными за сдерживание инновационного развития России являются следующие агенты.

Виноваты детские дома, там нет нормальной адаптации и выпускники пополняют криминальный мир.

Существуют проблемы взаимодействия системы образования и рынка труда (большая часть проблем проистекает из-за снижения числа учеников и слишком большого числа образовательных учреждений). Где же расположены эти образовательные учреждения? Село и областные центры. Там «отсутствует мотивированный спрос на образовательные услуги» (Значит надо сокращать образовательные услуги на селе и в областных центрах? тем более, что там «полученные знания используются по назначению»). Что же это значит?

Это означает «территориальную диспропорцию в качестве образования», где из-за вины региональных систем управления образованием существует «преобладание гуманитариев, экономистов и юристов, недостаток инженеров». Из-за такой диспропорции в региональном образовании молодежь областных центров должна менять специальность. Вывод – «вузы областных центров менее всего приспособлены к существующим потребностям экономики».

Низкая трудовая мобильность (опять виноваты регионы): «Политика регионов – закрепить имеющуюся молодежь на своей территории, вне зависимости от способности эффективно использовать ее потенциал».

Морально-нравственный кризис. «Молодежь скептически в отношении перспектив своего карьерного роста». Молодежь не стремится в политику и в органы государственной власти. Вот в чем проблема!!! Вывод, однако, не в том, что политика и государственная власть не вызывают доверие, а в том, что молодежь политически пассивна! Более того, «интерес к карьере в органах власти характерен сейчас для той части молодежи, которая вообще не работает». Здесь же указывается на равнодушие молодежи к идеалам и ее цинизм, а «в сфере морали наши молодые сограждане склонны перекладывать ответственность с себя на государство», а социальное иждивенчество приводит к отсутствию инициативы.

Итак, «формирование человеческого капитала, накопление и обновление знаний у молодежи также происходит очень медленно». А кто же является ресурсом инновационного развития? От 3 до 7% молодых людей относятся к группе «желающих прилагать усилия к активному улучшению окружающего мира и своей жизни».

Задача усиления человеческого капитала очевидна. Как стратегически возможно это сделать? Четкого ответа данный документ не дает: «В этой ситуации нужны совершенно новые механизмы реализации молодежной политики, радикально отличающиеся от известных нам. Государство встает перед необходимостью обзавестись механизмами прямого управления кадровым и поколенческим потенциалом страны». Однако представления о том, как реально выполнить эту задачу, мы в документе не находим.

После подробного описания молодежи – «В настоящее время отсутствует цельное представление о состоянии человеческих ресурсов страны». Что было до этого? «Для того чтобы организовать масштабное непосредственное персональное «отслеживание» молодежного ресурса, необходима серьезная юридическая проработка вопроса – чтобы не войти в противоречие с законодательством, охраняющим личную жизнь». Иными словами, необходимо усилить практики контроля.

Предложения по оптимизации имеющегося человеческого капитала также весьма размыты и в целом относятся к критикуемым самой Концепцией традиционным методам. Во-первых, необходима «социализация групп молодежи, оказавшихся не включенными в социум», во-вторых необходимо «грамотное использование потенциала молодежи». Для решения этой задачи необходимо развивать систему профориентации.

Не менее важными являются:

– формирование новой элиты,

– глобализация российского молодежного проекта: «эффективно использовать все наши человеческие ресурсы, где бы они ни находились» с целью выполнения «еще одной важной для сегодняшней России функции: возвращение уехавших соотечественников, а в перспективе – привлечение зарубежной талантливой молодежи»,

– внедрение новых поведенческих стратегий – «молодежная политика должна предусматривать создание позитивных моделей поведения и образцов для подражания... Для этого крайне необходимо создать систему коммуникаций между государством и молодыми гражданами – в каждом месте, где собирается больше 100 молодых людей, должен присутствовать специалист, четко представляющий, что такое эффективность, что такое сегодня Российское государство, каковы его интересы и ценности, какие эффективные стратегии самореализации предлагаются молодым людям и где»,

– развитие инфраструктуры – предполагает функционирование сетевой инфраструктуры, базовыми узлами которой должны стать молодежные ресурсные и творческие центры, «острова», лагеря, локальные сетки лидеров-идеологов, система детских лагерей – потенциально мощнейший инструмент социализации и форматирования детского сознания. Для обеспечения работы с молодежью ... нужен контингент подготовленных, грамотных специалистов – идеологов, имеющих организаторские и лидерские навыки.

Перераспределение ресурсов внутри политики – усиление аппарата социальных служб, контролирующих и карающих органов, непропорциональное финансирование «экспертной» работы, с одной стороны, и, с другой, – поддержка пиар-проектов, интересных для правительства (развитие спорта больших достижений (олимпиада), но не системного массового спорта), создание политически лояльной массы (для существующего политически-партийного порядка), рекрутирование молодых людей в политический активизм являются главными чертами современной российской молодежной политики, и очевидно, что эти приоритеты политики не всегда ориентированы на интересы и потребности молодых людей.

В целом такие процессы свидетельствуют о неолиберальных тенденциях, при которых сильное государство стремится защищать интересы государства, капитал начинает влиять на государственную политику [3] и требует от государства интервенционности, особенно в сфере управления молодежью, и, как следствие, в сфере образования – производство идеологически послушной рабочей силы становится выгодным и для рынка труда и для государства в условиях глобализации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Путин В.В. Строительство справедливости. Социальная политика для России. <http://www.putin2012.ru/article-5/>. Обращение к ресурсу 14.02.2012

2. Giroux Henry A. In the Twilight of the Social State: Rethinking Walter Benjamin's Angel of History / Henry A. Giroux. Truthout, 27 February 2012// <http://www.truth-out.org/in-twilight-social-state-rethinking-walter-benjamins-angel-history66544>. Обращение к ресурсу 28.02.2012

3. Молодежный ресурс инновационного развития России // <http://www.fadm.gov.ru/agency/reports/733/> Обращение к ресурсу – 07.12.2011

4. Хайек Ф. Либерализм / Ф. Хайек // О свободе. М.: Три квадрата, 2003.

Ловцова Наталия Игоревна –
доктор социологических наук, профессор
заведующая кафедрой «Социология, социальная
антропология и социальная работа»
Саратовского государственного технического
университета имени Гагарина Ю.А.

Natalia I. Lovtsova –
Dr. Sc., Professor
Head: Department of Sociology, Social Anthropology
and Social Work
Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 01.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

В.П. Овсянников

**СОЦИОКУЛЬТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СРЕДНЕВОЛЖСКОЙ ПРОВИНЦИИ:
РОЛЬ ТРАДИЦИОННЫХ ФОРМ В ПОВСЕДНЕВНОСТИ**

На методологической основе постнеклассической науки и примерах генезиса традиционной одежды Среднего Поволжья раскрывается значение традиционных форм для повседневной культуры. Автор рассматривает народный костюм в контексте культурного наследия, вскрывает процесс его трансформации по европейскому образцу в XIX-XX вв.

Повседневность, традиционные формы, национальная культура, традиции и инновации, народный костюм, синергетика, культурная диффузия, народное искусство, европеизация

V.P. Ovsyannikov

**SOCIOCULTURAL RESEARCH OF THE MIDDLE VOLGA PROVINCES:
THE ROLE OF TRADITIONAL FORMS IN EVERYDAY LIFE**

On the methodological basis of post-nonclassical science and on the examples of the genesis of traditional clothes in the Middle Volga region the author reveals the significance of traditional costumes in everyday culture. The author considers the traditional or folk costume in the context of cultural heritage, and reveals the process of its transformation following the European model of the XIX-XX centuries.

Everyday life, traditional forms, national culture, traditions and innovations, folk costume, synergy, cultural diffusion, folk art, Europeanization

Человек обретает свое «Я», становится личностью только на пути служения чему-то большему, чем он сам. Это большее в нашем понимании есть Культура.

В современных условиях важно выявить и сберечь национальный культурный опыт, который может стать одной из составляющих инновационной экономики. Традиционные формы культуры – это путь созидания и утверждения не только того большего, чему человек служит, но еще и самого себя. Развитие традиционных форм культуры как на уровне регионов, так и на уровне повседневности каждого человека становится важной задачей современной культурной политики и ресурсом развития некоторых производств, сущность которых заключается в «опредмеченной» человечности, где большое значение имеет прикладное искусство.

В ходе общественного прогресса порядок повседневности постепенно изменялся. При этом возникали противоречия между традиционными ценностями и новыми формами жизни, которые разрешались в пользу культурных форм, способствующих выживанию человека, его защиты от стихийных сил природы и обеспечения ему хотя бы относительного комфорта. Поэтому повседневная жизнь была и остается заботой о телесности и обеспечении своей жизни комфортом.

Вместе с тем в современном мире акценты несколько изменились в сторону эстетизации повседневности. Универсальная способность повседневной культуры придавать объектам одинаковый облик в исторической практике уравнивается стремлением украсить, декорировать бытовые вещи. И это естественно, в обществе всегда присутствует потребность подняться над бытом, материальными заботами, однообразием ежедневной суеты. Теперь потеря гармонии, монотонность форм являются признаками снижения творческого самовыражения человека. Однако универсальность как принцип продолжает жить, что приводит к игнорированию национальных особенностей и достижений.

В этой связи необходимо найти решение ряда проблем, связанных с выявлением генезиса повседневности Среднего Поволжья (XIX-XX вв.) и пространственно-временного распространения ее форм, стилей и элементов, а также изучением механизмов, позволяющих осуществлять воспроизводство и синтез культурных форм как элемента этнического и регионального самовыражения.

В качестве отправной точки предлагается идея, заключающаяся в том, что повседневная культура народов Среднего Поволжья в процессе взаимодействия претерпела значительные изменения, но при этом сохранила множество традиционных форм и элементов бытовых вещей, которые придают им вид единич-

ного изделия и уникальность, что позволяет сохранять единое культурное пространство Среднего Поволжья. Реализация этой научной гипотезы строится на следующих предположениях, сознательно зауженных, исходя их формата и объема публикации: традиционные бытовые вещи представляли собой единство духовного и материального, чутко реагировали на окружающую среду, служили одним из элементов идентификации при социокультурном взаимодействии с соседями. В Среднем Поволжье происходил интенсивный обмен традиционными формами и элементами предметов быта и одежды; переселение немцев-колонистов, носителей европейской повседневной культуры, ускорило и облегчило европеизацию народной одежды в регионе и способствовало некоторой механизации ручного труда в быту. Региональный тип повседневности в XX веке формировался под влиянием эстетических запросов, опирающихся на народные традиции.

В Среднем Поволжье с древности происходило активное взаимодействие культур. Происходит оно и в настоящее время, поэтому вскрытие механизмов такого рода процессов носит актуальный характер. Используя исторический опыт, государство и общество получают возможность определять степень необходимости проникновения элементов той или иной культуры в национальную.

Концентрация нашего внимания на исследовании повседневности народов Среднего Поволжья связана с уникальностью места. Исторически здесь существовали административные образования и селения, имеющие смешанный, многонациональный состав. Каждый народ имел свои особенности в повседневной культуре, но наряду с этим сформировался ряд общих элементов и форм в различных сферах культуры.

Специфической частью выдвинутой проблемы является анализ трансформации смыслов и символов в повседневной культуре. Поэтому обращение к истокам национальной культуры является требованием времени, которое вызвано, в первую очередь, необходимостью систематизации фактов накопленных гуманитарными науками.

Такая постановка проблемы стала возможной благодаря кропотливой, а нередко и самоотверженной работе нескольких поколений историков, этнографов, искусствоведов, собравших большое количество информации по заявленной теме, в основном нарративного характера.

В контексте повседневной культуры существует большой пласт литературы по теме традиционных предметов быта и народной одежды. Культурно-историческая направленность изучения повседневной культуры проявилась в работах Ю.М. Лотмана и Ж. Бодрийяра. В их трудах вещи представлены в наиболее универсальных и долговечных формах как особая культурная ценность.

Общие сведения об утвари, народном костюме как части быта содержатся в классических работах о художественном творчестве, фольклоре, обычаях и обрядах русского народа известных этнографов и фольклористов А.Н. Афанасьева, Ф.И. Буслаева, И.Е. Забелина, П.А. Киреевского, Н.И. Костомарова, И.П. Сахарова, И.М. Снегирева, А.В. Терещенко и др.

Народный костюм и предметы быта как феномены культуры рассматриваются в трудах К. С. Аксакова, Д.Л. Андреева, Н.А. Бердяева, С.Н. Булгакова, Н.Я. Данилевского, И.А. Ильина, Л.П. Карсавина, И.В. Киреевского, А.Ф. Лосева, В.В. Розанова, В.С. Соловьева, Ф.И. Тютчева, П.А. Флоренского, а также в научных трудах А.И. Арнольдова, А.Я. Флиера и др.

Из исследований повседневности последних лет следует отметить труды Б.И. Краснобаева, М.М. Громько, И.В. Кондакова, Л.Г. Березовой, А.П. Рогова, А.М. Панченко, С.П. Исенко, Р.М. Захаржевской, М.С. Жирова, в которых исследователи обращаются к осмыслению бытовых традиций и предметов повседневности, форм и элементов народного костюма, стиля и моды одежды современного мира с позиций истории культуры.

Накопленные литература и источники, отражающие историческую динамику повседневной культуры и генезис бытовых вещей в России и Среднем Поволжье, позволяют выйти на новый уровень понимания и интерпретации взаимодействия традиции и новации, в частности, выяснить, как происходит синтез традиционных форм и современных образов в повседневности, что нашло яркое отражение и в народном костюме региона. Его мы будем чаще использовать в качестве примера.

В данной работе будут использованы в основном постнеклассические методы исследования. Автор солидарен с той частью научного сообщества, которая считает, что старые научные достижения нуждаются в серьезном пересмотре, особенно в части объяснения природы общества и перспектив его развития. Об этом еще в начале прошлого столетия писал М. Вебер [1]. Он констатировал, что настало время и в гуманитарной сфере создавать сложные виды исследовательского инструментария. В этом следует согласиться с ним – история культуры остро нуждается в разработке новых объяснительных концепций и теорий такого рода. Более того, стремительно нарастающий объем знаний, накопленных человечеством, требует его критического переосмысления – наступило время интерпретаций. Поэтому именно в рамках последних достижений научной специальности «Теория и история культуры» можно заново проанализировать уже давно известные исторические факты в сочетании с выявлением первоисточников, касающихся традиционной повседневной культуры региона.

Для этой цели, в контексте поставленной нами проблемы, целесообразно, наряду с общепринятыми и специальными методами, использовать синергетический подход как общую ориентацию на выяснение

сущности генезиса повседневности в Среднем Поволжье. Использование синергетического подхода для решения поставленных проблем несколько не умаляет значения, а, скорее, увеличивает объяснительные возможности других методов и методик, которые автор попытается включить в контекст синергетического подхода в исследовании социокультурных процессов, связанных в нашем конкретном случае с народным костюмом.

В народном костюме объективно фиксируются ценности времени, созвучные эпохе. В культуре России и Среднего Поволжья народный костюм следует рассматривать через призму повседневности основных этносов, населяющих регион. Костюм является самостоятельным предметом комплексного научного исследования в истории культуры. Это обусловлено тем, что на протяжении многовековой истории России в культуре народов постоянно менялись критерии оценки и отношение к среде обитания, телесным работам и кругу жизни человека, семье и макросоциальным группам, досугово-развлекательной и праздничной сфере. Все это непосредственно сказывалось на внешнем облике человека, самоидентификация которого и восприятие его окружающими во многом зависели от костюма. Таким образом, народный костюм представляет собой значимую разновидность культурного наследия, является историческим источником познания духовного содержания как отдельного человека, так и общества в целом.

Пользуясь важнейшим понятием синергетики об опережающем отражении реальности, можно с большой долей вероятности выявлять системные качества традиционной культуры региона, предполагать недоступные для исследования ее элементы, строить обратные связи, влияющие на развитие народного костюма и т.п. Независимо от своего происхождения «особенности» этнического национального костюма благодаря «культурной диффузии» могут распространяться на всех участников культурогенеза Среднего Поволжья.

Этот тезис базируется на разработке концепции синтетического развития российской культуры, обладающей устойчивыми системными качествами (механизмами) по продвижению наиболее удачных своих феноменов и дальнейшим осмыслением идей диффузионистов [2]. Еще Лео Фробениус, Фриц Гребнер, Вильгельм Шмидт, Вильгельм Копперс, Уильям Риверс, Гордон Вир Чайлд и др. [3; 12], обратили внимание на то, что явление культуры совершенно не обязательно должно возникать в конкретном обществе в результате эволюции, оно вполне могло быть заимствовано, воспринято им извне. Позволим себе несколько развить эту мысль. По нашему мнению, русские, мордва, татары, чуваша, немцы и др., взаимодействуя в Среднем Поволжье, являлись творцами новых феноменов культуры, которые были продуктом совместного освоения девственной природы. В этом случае распространение культуры есть иная, особая форма движения, отличная от миграций обществ и людей и несводимая к этим процессам. Имеющиеся у автора теоретические и эмпирические материалы подтверждают эту версию [2; 7; 9; 10].

Учитывая, что одежда постоянно присутствует в материальной культуре любого народа во все времена, образный код человека отражается субъективно и проявляется в локально-групповых и индивидуальных ценностях. Синергетическая природа народного костюма связывает его не только с прошлым, но и с настоящим и будущим, и представляет собой поступательное движение в целостной образной художественной системе. Кроме того, народный костюм всегда представляет собой единство духовного и материального, чутко реагирующее на окружающую среду. Это подтверждается предметно-пространственными, свето-цветовыми и социокультурными особенностями регионального народного костюма.

Социокультурные исследования [4-6] свидетельствуют о постепенном снижении интереса людей к творчеству в этой области, основными признаками которого являются: однообразие элементов и форм, потеря гармонии в одежде, стремление к универсальности в современной моде, обеднение повседневности и др. Тогда роль традиционного костюма стоит на особом месте, позволяя выявлять и накапливать в качестве «культурного ресурса» проявления творческого самовыражения человека на разных этапах исторического развития этноса. Образы, формы и приемы прошлого через костюм сохраняются в традиционной культуре, а преемственность в освоении видов декоративно-прикладного творчества гарантирует передачу их последующим поколениям.

Роль искусства в самоорганизации человеческих сообществ пока недооценена учеными. В рамках историко-культурных исследований возможно преодоление своеобразной «несовместимости» каналов восприятия действительности (объективно-научного и искусства). При формировании картины мира каждой личности происходит непрерывный отбор культурных образцов, а процесс рефлексии смешивает виртуальные и реальные образы объектов, позволяя тем самым осуществить широкий выбор конечных целей. Так, искусство с его духовно-нравственными исканиями активно вторгается в реальность. Народное искусство – это представления народа о мире и человеке, выраженные посредством традиционных форм и разнообразного декора. Костюм, являясь важнейшим элементом народного искусства, позволяет объективно зафиксировать этнические ценности. Примером тому является национальная одежда, которая до начала XX века была неотъемлемой частью повседневности средневолжского региона, отражала ее эстетическое и художественное содержание, проявлялась в ее компонентах, особенно в вещно-предметном ряде и стереотипах жизни.

Народное искусство в немалой степени олицетворяет разнообразные связи человека с человеком, человека с природой, человека с миром. Как любое прикладное искусство, оно – не только образное отражение действительности, но и в своей вещественности является частью этой действительности, лежащей в основе «второй природы» (культуры).

Мир образов народного искусства содержит бесчисленные аналогии с природными формами – текстура, пластичность, упругость и др. Характер художественно-ремесленных приемов нередко имеет аналогии в механизме создания, например, тканого узора с соответствующими явлениями природы. Видимо, любой вид эстетической деятельности имеет значение в той мере, в какой в нем проявляется творческая сущность человека, его потребность и способность творить. Поэтому познавая особенности традиционной народной культуры, человек глубже познает себя. С особой очевидностью это проявляется в культуре России, где развитие национальной самобытности каждого народа признано первейшим условием полноценного функционирования всей многонациональной культуры.

В процессе интеграции людей в локально-региональное сообщество отбирались типичные черты одежды путем заимствований наиболее удачных элементов национальных костюмов. Такое обширное поле возможностей приводит к эволюции областей притяжения аттракторов, понимаемых при возникновении новых синтетических образов одежды в виде своеобразных «целей развития» – средневожского стиля костюма.

Этнические образцы, по нашему мнению, наилучшим образом «вписывались» в социокультурную среду Среднего Поволжья и оптимально удовлетворяли потребности населения в одежде. Можно предположить, что в относительно долговременном плане (30-50 лет) перемены в народном костюме могут оказаться существенными и в Среднем Поволжье появится новый, единый костюм, символизирующий региональную общность людей.

Однако, как показывают современные достижения в области синергетики, за фасадом таких исключительно сложных, хаотических явлений нередко скрывается внутренняя простота. Примером является механизм выделения и продвижения наиболее удачных феноменов повседневной культуры, который позволил организовать импульсы воздействия, сделав тем самым хаос частично управляемым в масштабах, характерных для исторических событий, связанных, в том числе, и с генезисом народного костюма.

Поведение сложных систем в рамках поставленной нами проблемы ассоциируется с «оркестром», где проявляется новое системное качество – способность вести себя согласованно (сообщество действует как один человек). Видимо, самоорганизация в целом и согласованность в действиях, в том числе и при выборе традиционных форм и элементов, в таких системах зависит от достигнутого уровня культуры.

Региональная культура как сложная система может существовать только тогда, когда ее части объединены в целое сотнями положительных и отрицательных обратных связей. Поэтому большое значение для анализа традиционного костюма народов Среднего Поволжья имеет региональная история, позволяющая сделать аргументированные выводы, отделив ключевые факторы от второстепенных. Для понимания путей становления и развития региональной одежды нужно представлять все поле возможностей, из которых была выбрана современная траектория. Этот момент может стать центральным в отношении к культурному наследию как уникальному ресурсу, способному изменить вектор развития региона от чрезмерной унификации к оригинальному культурному своеобразию.

Для понимания региональных социокультурных процессов особенно важно то, как синергетический подход определяет национальные культуры. У автора нет сомнения в том, что это сверхсложные, бесконечномерные, хаотизированные на уровне элементов, но упорядоченные на других иерархиях организации социоприродные системы. Но базовый тезис синергетики о возникновении порядка из хаоса позволяет иначе взглянуть на межкультурное взаимодействие, признавая существование детерминизма и случайности, которые дополняют друг друга. Нации как системы являются открытыми, интенсивно обменивающимися веществом и энергией с окружающей природной и социальной средой. Происходит обмен ресурсами и информацией с другими народами, причем информация постепенно занимает ведущее место в этом обмене, а нации и народы, обладающие богатой культурой (внутренними возможностями), становятся мировыми лидерами.

Своеобразной квинтэссенцией нации на международной арене является ее национальная культура. Однако культура как самоорганизующаяся система имеет двойственную природу. С одной стороны, она развивается согласно закономерностям, которым подвержены все большие системы, но вместе с тем этот процесс совершается не «сам по себе», а в тесной связи с практико-созидательной, творческой деятельностью людей. Возможность новых вариантов порождается в каждой точке развития национальной культуры, а направление движения зависит от множества субъективных предпочтений и приоритетов. Это создает ситуацию, когда каждое состояние такой социокультурной системы выступает как бифуркационное.

Сейчас уже с полной определенностью можно сказать, что в социокультурных системах в точке бифуркации (ветвления) под воздействием даже малого возмущения, которое могут генерировать ценности и убеждения людей, входящих в ту или иную систему, возможно радикальное изменение траектории движения всего сообщества людей.

В XIX-XX веках большинство национальных традиционных костюмов Среднего Поволжья продолжали оставаться специфическими этническими явлениями и служили одним из элементов идентификации при социокультурном взаимодействии с соседями. В этих условиях для изменения культурных форм и элементов необходимо было не воздействовать на конкретные этнические образования, а менять социокультурные возможности всего региона. Одним из ключевых параметров таких процессов становится взаимодействие традиции и новации.

В нашем контексте это европеизация костюма, которая началась в России с деятельности Петра I по изменению традиционных устоев. Первоначально новый костюм прочно вошел в быт дворянства, чиновников, военных, части купечества и промышленников. Следует отметить, что европеизация внешних форм одежды не мешала развитию русского ремесленного производства. Вместе с тем тяготение к русскому платью, его основным формам оставалось сильным, особенно в средних и низших по имущественному положению кругах, поэтому после смерти Петра произошло «возрождение» в городах национального костюма, но и западные образцы не исчезли полностью. Это привело к формированию модернизированного русского мужского костюма, сочетающего элементы национальной одежды с деталями, заимствованными из дворянского (западного) костюма.

Это хорошо согласуется с идеей, что все сложные структуры существуют в одной нелинейной среде, то есть среда является носителем культурных форм, поэтому возможны их различные типы. Но в определенной среде могут быть построены только конкретные структуры и никакие другие. Синергетика выявила правила запрета, согласно которым попытки «навязать» что-либо конкретной системе или действовать методом проб и ошибок обречены на провал.

Заметим, что в традиционных сообществах, когда сверхценностью считается стабильность и жизнь по законам предков, модернизация воспринимается резко негативно. Поэтому при попытке реформирования общества нередко необходимо приглашение специалистов извне. Численность этой группы, как правило, невелика, но значительны масштабы ее воздействия на общество. При отсутствии данной группы в обществе оно становится неспособным создать что-либо новое, а лишь воспроизводит уже существующее.

Европеизацию народного костюма в регионе ускорил факт массового переселения в XVIII веке немцев. Переселившись в Россию, немцы-колонисты старались сохранить свои культурные традиции, особенно в быту. Исторически комплекс немецкого народного костюма в Среднем Поволжье складывался под воздействием различных факторов. Значительное влияние на него оказал климат. Климатические особенности России и Среднего Поволжья отличались от природно-климатических условий Западной Европы, что заставило изменить прежний стиль одежды, особенно зимней.

Национальный немецкий костюм в регионе не являлся чем-то неизменным: он претерпел огромные перемены под влиянием фабричного производства, моды, новых технологий. Однако немецкий костюм и в новых формах продолжал развиваться как европейская одежда, приспосабливаясь к более совершенным материалам и иным жизненным условиям. Немецкий народный костюм в российском контексте в некоторой степени законсервировал традиционные формы и элементы родных мест первых колонистов. Этот культурный феномен повседневности дает наглядное представление не только об отдельных предметах одежды, головных уборах, украшениях и т.д., но позволяет увидеть весь костюмный комплекс и понять манеру употребления каждой детали. Хотя конкретные традиции в одежде той или иной колонии во многом зависели от территорий их выхода с учетом заимствований из костюмов коренных жителей Среднего Поволжья.

Развитие легкой промышленности в России было напрямую связано с тенденциями, преобладающими в европейской моде. Это неминуемо сталкивало ее с традициями народной одежды. Народный костюм не был подвластен моде, так как сочетал в себе красоту с удобством, что придавало ему стабильность. Традиционная народная одежда не представляла собой ни региональное, ни этническое единство на территории Среднего Поволжья. Тем не менее в ней можно выделить некоторые сходства и различия, характерные для этносов, населяющих регион.

Одежда народов Среднего Поволжья к началу XX в. в процессе культурного взаимодействия и диффузии претерпела значительные изменения, но при этом были сохранены этнокультурные элементы, подчеркивающие национальный колорит и специфику. Более того, возможности народов региона по репродукции (конструирование, создание) национального костюма существенно возрастали, если они позитивно воспринимали чужой опыт и одновременно были готовы делиться собственными культурными элементами с соседями.

Вместе с тем, как выявил Э. Фромм, устойчивой связью между определенным типом культуры и личностью является социальный характер [11], где идеи и ценности данной культуры закрепляются в виде ценностных ориентаций. Социальный характер является своеобразной «поисковой системой», с помощью которой происходят отбор и переосмысление информации. Человек ищет такую информацию, которая соответствует установкам его характера или восполняет какие-то недостающие звенья в его мировоззрении. Поэтому европеизация русского дворянского и городского костюма в конечном итоге привела к измене-

нию и эстетических представлений о красоте человека в Среднем Поволжье. Но и народный костюм остался в культуре народов региона, а его хранителем оставалось крестьянство.

В XX в. происходит необратимый процесс трансформации народного костюма в регионе по европейскому образцу. На изменение регионального человеческого облика повлиял ряд факторов. В первую очередь – это научно-технический прогресс, который способствовал существенным изменениям традиционного народного костюма в Среднем Поволжье, и мода как одно из основных направлений человеческой деятельности, отразившая эти изменения. В связи с этим уже с начала XX века традиционный костюм стал окончательно уходить из повседневного быта в городах и селах региона. Во-вторую – присутствие носителей западно-европейской культуры («западно-европейский фактор») в Среднем Поволжье ускорило процесс модернизации одежды в регионе. Другими важными факторами, оказавшими существенное влияние на облик и одежду народов Среднего Поволжья, являются: культурно-бытовые особенности, привнесенные из других регионов ходе миграций; этнические традиции местных народов; природно-географическая среда.

Современная повседневная средневолжская одежда значительно трансформировалась, однако продолжает играть важную роль в фиксации ценностей. Не индивидуальные потребности объединяют людей, а оценка этих потребностей, то есть повседневность организуется с помощью «символов», ценностей. Они являются для культуры системообразующими и смыслодержущими связями, интегрирующими отдельные сообщества и общество целиком. Роль костюма в жизни людей не падает, а неуклонно возрастает.

Изменились технологии, цветовые сочетания, декоративные элементы костюма, но, в то же время, сохранились наиболее важные элементы и приемы: традиционные формы, удобство, ассортимент, пропорциональные соотношения. Основные функции костюма, взятые из народной одежды, такие как защитная, утилитарно-практическая и эстетическая, стали основой изготовления современной одежды. Это значительно обогатило функционально и эстетически современную одежду волжан и обусловило оригинальное сочетание традиций и инноваций.

В условиях глобализации производства, где многие объекты материальной культуры неминуемо становятся элементами универсального комплекса, костюм еще может сохранить форму единичного изделия и уникальность. Поэтому так важно знать социокультурные особенности традиционного костюма, его этнические трансформации в ходе исторического развития культур. Обнаружение элементов заимствования и наиболее типичных черт традиционных костюмов в процессе интеграции людей в локально-региональные сообщества позволяет вести поиск новых стилевых направлений в современной моде, открывает возможности использования стилевых доминант в поликультурных пространствах. Народный костюм является тем артефактом, который активно влияет на современную культуру, оставаясь при этом достоянием истории. Сегодня без научного знания всего комплекса историко-культурных предпосылок становления и развития традиционных форм одежды невозможно точно определить предпочтения различных групп населения и перспективы потребления модной одежды в России и мире.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вебер А. Избранное: Кризис европейской культуры / А. Вебер; пер. с нем. М.И. Левина, Т.Е. Егорова. СПб.: Университетская книга, 1999. 565 с.
2. Востриков А.В. Россия и Франция в XVIII веке: диалог культур по-русски: монография / А.В. Востриков, В.П. Овсянников. Тольятти, 2010. 310 с.
3. Гребнер Ф. Метод этнологии / Ф. Гребнер. М., 1911. 85 с.
4. Жиров М.С. Региональная система сохранения и развития традиций народной художественной культуры: монография / М.С. Жиров. Белгород, 2003. 310 с.
5. Захаржевская Р.В. История костюма. От античности до современности / Р.В. Захаржевская. М., 2009. 432 с.
6. Исенко С.П. Русский народный костюм и его сценическое воплощение / С.П. Исенко. М., 1999. 144 с.
7. Овсянников В.П. Особенности развития немецкой культуры в Российской империи / В.П. Овсянников. Тольятти : Изд. фонд «Развитие через образование», 2002. 390 с.
8. Пригожин И. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой / И. Пригожин, И. Стенгерс; пер. с англ. Ю.А. Данилова. М.: Прогресс, 1986. 431 с.
9. Савченко И.А. Россия – Германия: история взаимоотношений / И.А. Савченко, В.П. Овсянников. Тольятти: ТГАС, 2005. 344 с.
10. Синергетика природных, технических и социально-экономических систем: сборник статей VIII Международной научной конференции (28-29 октября 2010 г.). Тольятти: Изд-во ПВГУС, 2010. 220 с.
11. Фромм Э. Иметь или быть? / Э. Фромм; общ. ред и посл. В.И. Добренев. 2-е изд., доп. М.: Прогресс, 1990. 336 с.
12. Чайлд Г. У истоков европейской цивилизации / Г. Чайлд. М., 1952. 466 с.

Овсянников Валерий Петрович –
профессор кафедры «Теория и история культуры»
Поволжского государственного университета
сервиса, г. Тольятти

Valeriy P. Ovsyannikov –
Professor
Department of Theory and History of Culture
Volga Region State University of Service, Tolyatti

Статья поступила в редакцию 01.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 008

В.А. Васильев

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОБЛЕМЫ РОЛИ ХУДОЖНИКА В ПРОЦЕССЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КУЛЬТУР

Рассматриваются вопросы и особенности методологии культурологического исследования роли художника в процессе взаимодействия культур. Обращается внимание, что деятельность художника в диалоге культур имеет специфически уникальный характер – осуществляется на пересечении разных культур и как атрибут исторического процесса, и как универсальный принцип, который осуществляется в пространстве и во времени, пронизывает культуры по вертикали и по горизонтали и тем самым обеспечивает их развитие.

Культура, методология, диалог, исследование, межкультурная коммуникация, культурологическое познание, художник

V.A. Vasilyev

THEORETICAL AND METHODOLOGICAL ASPECTS OF RESEARCHING THE ROLE OF AN ARTIST IN THE INTERACTION OF CULTURES

The article is devoted to the issues and methodology of cultural studies of the role of an artist in the interaction of cultures. Special attention is devoted to the fact that the work of an artist in the dialogue of cultures has its own specific unique nature and is carried out at the crossing of different cultures as an attribute of the historical process, and as a universal principal interacting in space and time, and runs through cultures both vertically and horizontally, and thus ensures their development.

Culture, methodology, dialogue, research, intercultural communication, cultural cognition, the artist

Одной из всеобщих закономерностей исторического развития цивилизаций является процесс взаимодействия культур, который создает наиболее благоприятную среду для развития творчества художника. В диалоге происходят общение с культурой, реализация и воспроизводство ее достижений, обнаружение и понимание ценностей других культур. Диалог – это способ присвоения этих ценностей. Он – необходимое условие научного поиска истины и процесса творчества в искусстве. Диалог – это понимание своего «Я» и общение с другими [1].

Существенными элементами культурологического познания роли художника в процессе взаимодействия культур являются такие категории, как взаимодействие, восприятие, сравнение, усвоение.

Категория «взаимодействие», отражающая «процессы воздействия объектов друг на друга, их взаимную обусловленность и порождение одним объектом другого», широко используется не только в культурологии, но и в других гуманитарных науках: истории, искусствоведении, социологии.

Проблемы взаимодействия находили отражение в трудах древнегреческих философов Сократа, Платона, Аристотеля. Истоком их учений о диалоге стала духовная культура, основанная на общечеловеческих ценностях и принципах. В средние века смысл диалога большей частью определялся религиозно-нравственными представлениями.

Вопросы диалогических отношений рассматривали немецкие философы И. Кант, И. Фихте, Ф. Шеллинг, Л. Фейербах.

Исследования различных сторон диалога находим в трудах М. Бубера, Ф. Гогартена, Ф. Розенцвейга, О. Розенштока-Хюсси, Г. Коэна, Ф. Эбнера и других. Представляет интерес философия М. Бубера, рассматривающая сущность бытия в диалоге между Богом и человеком, человеком и природой.

Многогранность и сложность проблем диалога стали объектом пристального внимания представителей разных гуманитарных наук как отечественных, так и зарубежных. В социолингвистике это – Л.В. Щерба, Л.П. Якубинский, литературной и философской герменевтике – Х. Гадамер, феноменологии – Э. Гуссерль, М.К. Мамардашвили, фундаментальной онтологии – М. Хайдеггер, литературоведении и семиотике – С.С. Аверинцев, М.М. Бахтин, В.Я. Лакшин, Ю.М. Лотман, в основах коммуникации – А. Моль, В.Ю. Боров, А.В. Коваленко и др.

Основополагающими научными представлениями для философии диалога являются воззрения М.М. Бахтина и В.С. Библера. Концепция диалогических отношений и парадигма диалогической онтологии М.М. Бахтина явились платформой для отечественных ученых в теоретическом развитии исследований проблем диалога. В.С. Библер создал философию диалога культур.

Взаимодействие культур как диалог культур исследовали К. Леви-Стросс, Г. Хершковец, С.Н. Артановский, С.А. Арутюнов, Б.С. Ерасов, Л.Г. Ионин, С. Н. Иконникова, Н.В. Кокшаров, В.П. Тощенко и другие [2].

Потенциал художника в процессе взаимодействия культур – возможность разнокачественности трактовок культурных ценностей. Перефразировав мысль Х. Ортеги-и-Гассета о едином философе, можно сказать, что вся череда художников выступает как единый художник, проживший как бы две с половиной тысячи лет. Художник, сосредоточивая по частицам чужое, возрождает новый образ, в основе которого находятся общечеловеческие ценности, сконцентрированные в результате сложного и многоуровневого процесса взаимодействия. Роль художника в творческом процессе взаимодействия культур неисчерпаема.

Одним из основных объективных противоречий в деятельности художника в процессе взаимодействия культур является противоречие между «своей» и «чужой» культурами. Успешность его реализации зависит от наличия необходимых условий: общей ментальности и сближения их культурных кодов. Важный момент роли художника в процессе взаимодействия культур – это уважение ценностных ориентиров чужой культуры, умение увидеть в ней общечеловеческие ценности, а также преодоление стереотипов, соединение самобытного и инационального, что приводит к духовному взаимообогащению и доступу в мировой культурный контекст.

Отсюда можно сделать вывод о том, что роль художника во взаимодействии культур – один из методологических принципов осмысления культуры. В широком смысле роль художника во взаимодействии культур можно рассматривать и как атрибут исторического процесса, и как универсальный принцип, который осуществляется в пространстве и во времени, пронизывает культуры по вертикали и по горизонтали и тем самым обеспечивает их развитие.

Само многообразие культур объективно порождает их стремление к диалогу, что ведет к размыканию локальной замкнутости. Важную роль в этом играет деятельность художника. Через художника, его мастерство и мировоззрение, с одной стороны, философия общечеловеческого пропитывает взаимодействующую с ним культуру, а с другой – осуществляется трансляция ее лучших достижений в мировую культуру. Таким образом, художник в процессе взаимодействия культур исполняет роль межнационального общения, которое направлено как на взаимообогащение национальных культур, так и на сохранение их самобытности.

Анализ категории «взаимодействие» показывает, что по отношению к категориям «взаимовлияние» и «взаимообогащение» она является первоначальной. «Взаимодействие» акцентирует доминирующее отношение между культурами в процессе их развития. Категория «взаимосвязь» выражает оттенок устойчивости и неподвижности, поэтому она не в полной мере отражает всего многообразия и результата отношений между культурами. Если «взаимосвязь» устанавливает отношения между культурами, то «взаимодействие» обозначает активный процесс этого отношения. Категория «взаимодействие» в методологическом значении проявляется в том, что она помогает раскрыть процесс развития национальных культур во всех аспектах. Категория «взаимовлияние» может быть уяснена как одна из граней и одно из следствий «взаимодействия». В ней не указывается тип воздействия одной национальной культуры на другую. «Взаимовлияние» показывает и практику овладения новых для данной культуры приемов и средств художественного воплощения. Эта категория содержит и психологический аспект: импульс творческой энергии в процессе восприятия художественных ценностей другой культуры.

«Взаимообогащение» представляет собой процесс повышения мастерства, возбуждения творческой активности и употребления культурных ценностей иной культуры. Отметим, что категория «взаимовлияние», содержащая наряду с положительным и негативный опыт, шире категории «взаимообогащение».

Взаимодействие культур – это взаимообусловленный, двусторонний процесс, в котором трансформация состояния, содержания, значит, и функций одной культуры в результате воздействия другой влечет изменения в каждом. Другими словами, взаимодействие носит двусторонний характер. Следовательно, утверждение, что тип связи исторического прошлого национальных культур с современным состоянием культуры также является взаимодействием, будет не совсем точным, ибо связь здесь осуществляется односторонне, так как настоящее не оказывает влияния на прошлое. Поэтому трактовать категорию «взаимодействие» по вертикали будет неправомерно. Точнее было бы именовать это явление преемственностью. При

всем том нельзя отрицать роль культурного наследия в процессе национально-культурного взаимодействия. Духовное наследие каждого народа в переосмысленном или в своем изначальном качестве составляет актуальное, современное богатство национальной культуры.

Деятельность художника в творческом процессе взаимодействия культур начинается с восприятия другой культуры, в которой он оказался. На процесс ее отражения влияют как содержание ценностей культуры, так и система индивидуально-личностных качеств воспринимающего. В восприятии новых ценностей культуры сказывается и сопоставление старого и нового опыта, а также элементов чужой и своей культур. Немаловажную роль при этом играют чувства – стимулирующие или препятствующие пониманию и определяющие его границы. Чем более развито мировоззрение художника, тем более он готов к включению в сферу своего духовного мира ценностей чужой культуры, получая тем самым больше возможностей для духовного обогащения.

Деятельность художника в процессе взаимодействия культур имеет специфически уникальный характер – осуществляется на пересечении разных культур, поэтому он должен уметь теоретически осмысливать, сравнивать и классифицировать их. М.М. Бахтин отмечает: «Каждый культурный акт существенно живет на границах: в этом его серьезность и значительность; отвлеченный от границ, он теряет почву, становится пустым, заносчивым, вырождается и умирает» [3]. Следовательно, в данном процессе художник должен сопоставлять духовные ценности своего и других народов, формировать в себе бережное и уважительное отношение к чужим системам ценностей, понимая, что без этого не может существовать этнокультурное «Я».

Важным в методологии исследования проблемы является биографический подход. «Биография» – один из существенных понятий культурно-исторического сознания, как отдельной личности, так и всего общества. В пространстве культурологического знания выявляются культурно-познавательные возможности биографии. «Биография» в комплексе своих культурно-познавательных, исторических и литературных начал осмысливается в культурологии как особая самодостаточная культурно-историческая форма постижения и передачи опыта творческой личности, принимает статус и смысл «жизнеописания» [4].

Свое начало традиции биографического жанра в европейской культуре берут из древнегреческой классики V-IV в. до н.э.) [5-7]. В последующем каждой культурно-исторической эпохе была присуща «собственная биография».

Путь культурной и социальной биографии профессионального художника в России оказался очень стремительным и спрессованным: за полтора столетия (с середины XVIII до начала XX века) эволюция общественного положения художника миновала все те значительные этапы, которые в Европе заняли около трехсот лет [8].

Первая специальная статья, раскрывающая суть «биографии», в России была опубликована в «Энциклопедическом словаре Брокгауза и Ефрона» в 1891 году. В ней говорится: «Биографией называется изображение жизни данной личности, удовлетворяющее требованиям исторической науки. Как произведение научное, биография не ограничивается изложением внешних фактов из жизни избранного лица, а стремится проследить ход духовно-нравственного развития этого лица; как произведение художественное, она должна уловить сущность его характера и представить его в ярком образе» [9].

В этом определении четко сформулировано двуединство биографии как явление культуры и истории. Статья стала знаковым пунктом в истории исследования биографии как культурного феномена в российской традиции.

Свидетельство тому – обращение в XIX веке многих выдающихся отечественных писателей, историков, мыслителей к жанру жизнеописания выдающихся деятелей в духовно-нравственном, воспитательном ключе. В их ряду: И.С. Аксаков, В.Г. Белинский, П.А. Вяземский, Н.М. Карамзин, В.О. Ключевский, Н.И. Костомаров, М.П. Погодин, А.С. Пушкин, В.С. Соловьев и др.

Очень плодотворным оказалось это проблемное пространство для отечественной гуманитарной мысли XX века. Именно к этому времени относятся ее высокие достижения: труды, созданные философами М.М. Бахтиным, Л.П. Карсавиным, О.А. Кривцуном, В.В. Розановым, П.А. Флоренским, историками и филологами С.С. Аверинцевым, И.Л. Беленьким, А.Л. Валевским, Г.О. Винокуром, Л.Я. Гинзбургом, Ю.М. Лотманом, Л.П. Репиной, Б.В. Томашевским, И.Т. Филипповым и др.

В раскрытии роли художника в процессе взаимодействия культур значительный интерес представляют биографические исследования И.А. Бродского, В.А. Васильева, И.В. Гинзбурга, И.Э. Грабаря, Г.А. Друженковой, Е.В. Журавлевой, В.Н. Москвинова, О.И. Подобедовой, В.И. Федоровой. В них полно и содержательно проводится «биографическая реконструкция» выдающихся мастеров отечественного изобразительного искусства И.Е. Репина, А.А. Кокеля, П.П. Чистякова, И.Э. Грабаря, В.Е. Маковского, Д.Н. Кардовского, В.В. Матэ.

В новом столетии методологические поиски отечественной культурологии стали все более сосредотачиваться в направлении микроистории, и именно в истории личности наиболее остро и наглядно была поставлена ключевая методологическая проблема о соотношении и совместимости микро- и макроанализа. Если ранее за рамками исследований оставались проблемы самоидентификации личности, личного интере-

са, рационального выбора и инициативы, то, в конечном счете, ответ на вопрос, каким образом унаследованные культурные традиции, обычаи, представления определяли действия личности в других культурно-исторических обстоятельствах (а тем самым весь ход событий и их последствия) потребовал перехода на уровень анализа сознания, опыта и деятельности личности.

Когда эти проблемы оказались в центре социально-гуманитарного знания [10], вопрос о том, зачем нужна так называемая культурно-историческая биография и в чем состоит ее эвристическая ценность, на наш взгляд, уже не ставится. Анализ сознания и творчества личности стал основой многочисленных микрокультурологических исследований, непосредственно обращенных к личности, его персональной истории [11-13].

В настоящее время наряду с традиционной исторической биографией это вызвало появление к жизни нового направления – так называемой персональной истории или новой биографической истории. Такое название направление получило потому, что в его основе лежит восстановление «истории одной жизни».

Одним из видов «персональной истории» является полнокровная персонифицированная история творческой личности (художника) крупного масштаба, которая включает историю жизни и процесса становления мастера. Иногда под термином персональная история подразумевают «личную историю», изучающую жизнь индивида сквозь призму его личных отношений, обычно эмоционально окрашенных (как «частной биографии», в отличие от «биографии публичной»). В качестве важной составляющей «персональной истории» выступает сама история индивида (ее еще называют «внутренней биографией», в противовес «внешней», или «карьерной»). В фокусе исследования оказывается процесс становления личности, ее душевная и мыслительная работа, развитие внутреннего мира человека. К жанру «персональной истории» относят и «собственноручно написанные личные истории» [14].

Источниками «персональной истории» являются самые разные материалы, содержащие как прямые высказывания личности (автобиографии, письма, дневники, мемуары), так и документы, раскрывающие индивида со стороны. При малом количестве таких материалов или же их отсутствии для исследователей возникают огромные трудности. В таких случаях взоры и внимание культурологов-биографов обращаются к произведениям мастера, литературным памятникам и представителям культурной элиты эпохи его бытия. «Привязанность» к тем или иным историческим личностям позволяет реконструировать «счастливую судьбу» исследуемой биографии.

Одно дело – зафиксировать взаимосвязи бытийной и творческой биографии художника: как бы ни были скрыты, они действуют контекстуально, опосредованно и неодолимо, демонстрируя внутреннюю цельность человека творящего и человека живущего. Другой, более сложный ракурс проблемы связан с обнаружением зависимости типов биографии от своеобразия исторических эпох. Каждой эпохе соответствует определенный тип художника.

Драматичность и противоречивость эпохи, в которую живет художник, объясняет сложность не только его личности, судьбы, но и его произведений. Любое творение выступает не только как итог субъективных усилий, но и как феномен культуры, как голос своего времени, как претворение устойчивых форм психологии эпохи. Это ставит перед исследователем ряд вопросов. В какой мере произведение искусства – продолжение самого художника, его дух, его плоть, его интегрированное Я? Какую роль в достижении художественного совершенства играет выразительность окружающего мира, а какое место принадлежит человеческой самости художника, силе его индивидуального переживания?

На каждом этапе истории существует то, что можно обозначить как биографическое сознание эпохи. Биографическое сознание – это представление о том, какой жизненный путь человека можно считать удавшимся, завершенным, полноценным применительно к разным социальным слоям и профессиям; это определенные традиции выстраивания своей судьбы и наиболее желанные для людей модели жизни. В полной мере это понятие «работает» и в отношении художника. Для того чтобы жизнь художника мыслилась как состоявшаяся и полноценная, она должна соответствовать определенному канону биографии художника, сложившемуся в этой эпохе.

Таким образом, одна из сложных задач, с которой сталкивается исследователь, состоит в том, как выработать концепцию роли художника в процессе взаимодействия культур, соотношения конкретного и абстрактного, как представить творческую деятельность мастера с разными культурами. Это генерирует непрестанную потребность ответить на узловые вопросы: что обуславливало, направляло действия, как соотносились массовые стереотипы и реальные действия художника, как воспринималось расхождение между художником и чужой культурой, насколько интенсивны и постоянны были внешние факторы и внутренние импульсы? Использование в раскрытии поставленных вопросов подходов и приемов микро- и макроанализа позволяют создать культурологическую картину роли художника в процессе взаимодействия культур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сайко Э.В. О природе и пространстве «действия» диалога / Э.В. Сайко // Социокультурное пространство диалога. М., 1999. С. 9-32.

2. Кокшаров Н.В. Взаимодействие культур: диалог культур / Н.В. Кокшаров // CREDO NEW. 2003. № 3.
3. Бахтин М.М. Эстетика словесного творчества / М.М. Бахтин. М., 1979. 424 с.
4. Беленький И.Л. «Биография и биографика в отечественной культурно-исторической традиции / История через личность: историческая биография сегодня / под ред. Л.П. Репиной. М.: Кругъ, 2005. 720 с.
5. Бахтин М.М. Вопросы литературы и эстетики / М.М. Бахтин. М.: Худож. лит. 1975. 502 с.
6. Аверинцев С.С. Плутарх и античная биография: К вопросу о месте классика жанра в истории жанра / С.С. Аверинцев. М., 1973.
7. Кнабе Г.С. Личность и индивидуальность: античная биография и античное письмо / Г.С. Кнабе // Материалы к лекциям по общей теории культуры и культуре античного Рима. М., 1993. С. 186-198.
8. Кривцун О.А. Творческое сознание художника / О.А. Кривцун. М.: Памятники исторической мысли, 2008. 376 с.
9. А.Я. Биографии и биографические сборники // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона. СПб., 1891. Т. IV. Полут. 7. С. 33-36.
10. История через личность: историческая биография сегодня / под ред. Л.П. Репиной. М.: Кругъ, 2005. 720 с.
11. Барсова Л.Г. Роль творческой личности в формировании художественной жизни эпохи (на примере жизни и творчества Н.А. Римского-Корсакова и его ближайшего окружения) / Л.Г. Барсова. СПб., 2007.
12. Баянова Л.Ф. Проблема взаимодействия субъекта и культуры в отечественной психологии XX века / Л.Ф. Баянова. М., 2009.
13. Стопченко Н.И. Художественное наследие В.М. Шукшина в диалоге России с зарубежными культурами / Н.И. Стопченко. Краснодар, 2006.
14. Репина Л.П. От «истории одной жизни» к «персональной истории» / История через личность: историческая биография сегодня / под редакцией Л.П. Репиной. М.: Кругъ, 2005. 720 с.

Васильев Владимир Александрович –
кандидат исторических наук, профессор кафедры
«Археология, этнография и региональная история»
Чувашского государственного университета имени
И.Н. Ульянова, г. Чебоксары

Vladimir A. Vasilyev –
PhD, Professor
Department of Archeology, Ethnography
and Regional History
I.N. Ulyanov Chuvash State University, Cheboksary

Статья поступила в редакцию 01.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

ЭКОЛОГИЯ

УДК 581.526,3:(602.4:628.1) (28)

М.Л. Русских, О.А. Арефьева, Л.Н. Ольшанская

ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ КВЧ – ДИАПАЗОНА НА РАСТЕНИЯ *LEMNA M.* И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД

Исследовалось воздействие ионов некоторых тяжелых металлов на растения ряски малая под влиянием электромагнитного излучения квазивысоких частот. Установлено, что электромагнитное излучение повышает выживаемость растений в среде с тяжелыми металлами, стимулирует их рост и способность клеток поглощать токсиканты. При этом выявлено, что на выживаемость растений и поглощательную способность растительной мембраны влияют параметры излучения. Наибольший эффект обнаружен при воздействии излучения на частотах 60 и 145 ГГц с плотностью потока энергии 120 мкВт/см². Обнаруженный эффект может быть использован для усиления процессов очистки воды.

Тяжелые металлы, электромагнитное излучение, сточные воды, проводимость клеточной мембраны

M.L. Russkikh, O.A. Arefyeva, L.N. Olshanskaya

INFLUENCE OF ELECTROMAGNETIC RADIATION ENF ON PLANTS *LEMNA M.* AND THEIR USAGE FOR CLEANING SEWAGES

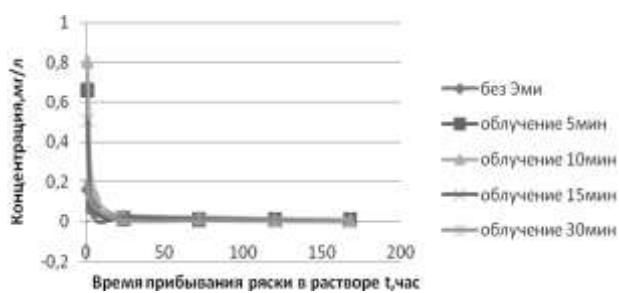
The influence of heavy metals on the plants Lemna under the influence of electromagnetic radiation ENF was studied. It was traced that electromagnetic radiation improves survival of plants in the environment with heavy metals, stimulates their growth and ability of cells to absorb toxicants. Radiation parameters influence the absorption capacity of the plant membrane. The maximum effect is found under radiation with frequencies at 60 and 145 GHz, and the energy flux densities at 120 μW/cm², respectively. The observed absorption effect can be used to strengthen the processes of water purification.

Heavy metals, electromagnetic radiation, waste water, the conductivity of the cell membrane

Методы очистки сточных вод от тяжелых металлов, используемые на канализационных очистных сооружениях большинства регионов, не обеспечивают необходимой глубины процессов и являются затратной статьей расходов. Поэтому необходима доочистка стоков. Наиболее эффективными, рациональными и экологичными могут стать способы, основанные на сочетании применения энергии электромагнитных излучений и способности водной растительности аккумулировать токсиканты.

Среди районированных в Саратовской области высших водных растений, неприхотливых и обладающих фитосорбцией, выделяют растения ряски малой. Известно [1, 2], что при воздействии электромагнитным излучением квазивысоких частот на растительные клетки достигается увеличение ионного тока через катионрегулирующие мембранные системы (K^+ , Ca^{+2} , Na^+). Повышение ионного тока через растительные мембраны под воздействием ЭМИ связывают с резонансным действием на слабые водородные связи дипольных молекул воды, с усилением конвекции растворов и ускорением транспорта протонов [3, 4, 5]. Кроме того, исследования последних лет указывают на увеличение средней продолжительности жизни организмов и выживаемость под воздействием электромагнитного поля [6].

Целью работы явилось изучение влияния электромагнитного излучения КВЧ-диапазона на процессы сорбции ионов тяжелых металлов растениями ряски с целью разработки технологий, усиливающих очистку сточных вод от токсикантов.



К-контроль;
 а) - 60 Гц без водного окружения;
 б) - 60 Гц +H₂O;
 в) - 145 Гц без водного окружения;
 г) - 145 Гц+ H₂O

Рис. 1. Численность растений ряски малой на 8 сутки

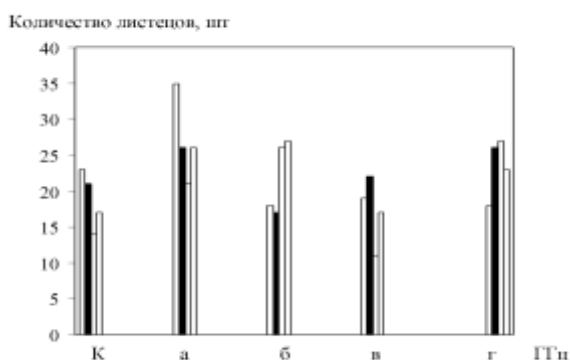


Рис. 2. Динамика численности ряски малой в присутствии нитрата кадмия концентрации 1мг/мл

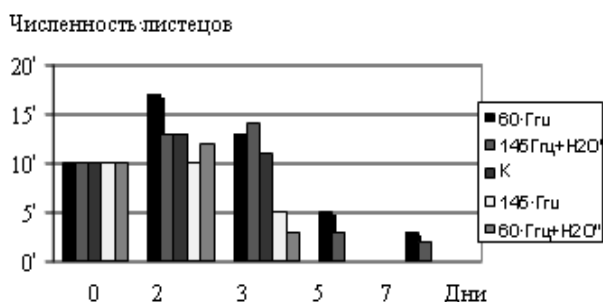


Рис. 3. Зависимость изменения концентрации ионов кадмия в растворе от длительности облучения и времени выдержки ряски

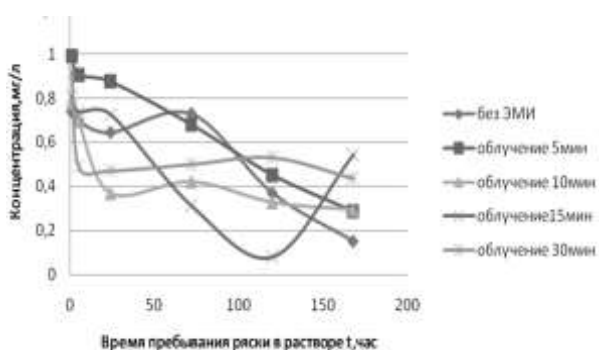


Рис. 4. Зависимость изменения концентрации ионов цинка в растворе от длительности облучения и времени выдержки ряски

вания ряски в растворах сточных вод.

Установлено, что без предварительного облучения ионы кадмия в течение первого часа извлекались из растворов с наиболее высокой скоростью. Остаточная концентрация ионов тяжелых металлов в

Была проведена оценка воздействия электромагнитного излучения КВЧ-диапазона низкой интенсивности на динамику численности растений ряска малая. Тест-объекты подвергали в течение 30 мин воздействию резонансных частот (60 Гц и 145 Гц). Облучение проводили с помощью генератора Г4-142 и высокочастотной установки, источником излучения в которой являлась лампа обратной волны ЛОВ-87 «А» (диапазон частот 53–75 ГГц и 150–170 ГГц). Плотность потока энергии в месте расположения растений составляла 120 мкВт/см². Использовалось несколько вариантов облучения: 1) ряска облучалась в водном растворе; 2) облучение ряски без водного окружения с последующим высаживанием растений в водный раствор в чашки Петри. Длительность эксперимента составила 8 дней. Подсчет количества листочков проводился на 2-е сутки и далее через сутки. В каждой чашке подсчитывалось общее количество листочков.

Исследования показали, что ЭМИ оказало стимулирующее действие на скорость роста и размножение ряски (рис. 1). Наибольший эффект наблюдался при облучении тест-объектов на частоте 60 ГГц в двух опытных комбинациях. При воздействии частоты 145 ГГц стимулирование роста наблюдали при облучении ряски, находящейся в водном растворе.

Для оценки сочетанного воздействия резонансных частот и ионов тяжелых металлов на ростовые характеристики соли (сульфат меди, сульфат цинка, нитрат кадмия) добавлялись в питательную среду для тест-объектов до конечной концентрации 1 мг/мл. Были выбраны следующие условия эксперимента: 1) раствор тяжелых металлов с тест-объектами без воздействия ЭМИ КВЧ (Контроль); 2) одновременное воздействие ЭМИ КВЧ и растворов тяжелых металлов на тест-объекты; 3) предварительно облученные ЭМИ КВЧ тест-объекты с последующим высаживанием их в раствор с солями металлов.

В ходе исследований выяснилось, что облученные группы живут несколько дольше контрольных (рис. 2). Полученные результаты позволили перейти к следующему этапу работы. Были проведены исследования воздействия электромагнитного излучения КВЧ-диапазона на процессы извлечения ионов тяжелых металлов из сточных вод растениями ряска.

Было установлено, что тест-реакция зависит от частоты, интенсивности и продолжительности облучения. Так как максимальный отклик зарегистрирован при 60 ГГц [2], все последующие эксперименты проводили при данной частоте излучения.

Рассматривая изменение концентрации ионов некоторых тяжелых металлов в пробах, нами выявлена зависимость изменения их концентрации в растворе от времени облучения и времени пребы-

этом случае оказалась самой низкой – 0,164 мг/л. Эти результаты сравнимы с данными, полученными после воздействия электромагнитного излучения в течение 30 мин (рис. 3). При облучении ряски ЭМИ частотой 60 ГГц и длительности воздействия 5 и 10 мин наблюдается резкое уменьшение концентрации остаточных ионов Cd^{2+} в растворе. Из данных рис. 3 также следует, что концентрация ионов кадмия начала быстро уменьшаться уже через 5 часов после облучения и через сутки кадмий в растворе практически не обнаруживался. Таким образом, можно предположить, что в случае экотоксиканта кадмия электромагнитное излучение оказывает щадящее воздействие на ряску. Концентрация токсичных ионов Cd^{2+} в фитомассе растений не столь высока, как в контрольной пробе. Вместе с тем известно, что кадмий не участвует в биохимических процессах, протекающих в клетке растений, накапливается в межклеточном пространстве или вакуолях и поэтому не оказывает токсического воздействия на ряску.

Результаты анализа остаточных концентраций ионов цинка в растворах (рис. 4.) показали, что в отличие от кадмия наибольшее извлечение ионов цинка происходило в пробах с облученной ряской, по сравнению с контролем, что свидетельствует о повышении поглотительной способности ряски по отношению к цинку при воздействии электромагнитного излучения.

Из данных, представленных на рис. 4, видно, что ионы цинка быстрее и лучше всего утилизируются после облучения в течение 30 мин.

Так же как и для Cd^{2+} по истечении 24 часов изменение остаточной концентрации металла в растворе практически не наблюдалось, и она в зависимости от длительности облучения составляла $0,01 \pm 0,002$ мг/л (10 и 30 мин соответственно) и $0,1 \pm 0,05$ мг/л при длительности облучения 5 и 15 минут.

Ионы железа лучше всего аккумулировались растительной клеткой, не подвергшейся облучению. В пробах, в которых ряска облучалась, наблюдалось уменьшение скорости извлечения ионов железа. Можно предположить, что на ионы железа, обладающие достаточно высокими электромагнитными свойствами в сравнении с вышеперечисленными металлами, излучение не оказывает существенного влияния. На 7 сутки эксперимента для ряски, подвергшейся облучению в течение 15 мин произошел обратный выброс ионов железа из фитомассы обратно в раствор. Это может свидетельствовать о величине предельного накопления ряски металлом и одновременно о положительном воздействии излучения на растение в процессе фиторемедиации Fe^{2+} .

Анализ данных (рис. 5) по извлечению ионов меди из стоков в начальный период времени (до 60 мин) показал, что Cu^{2+} лучше всего извлекались из пробы с необлученной ряской. После выдержки ряски в растворе в течение часа и более в пробах с облучением длительностью 5, 15 и 30 минут наблюдается лучшее извлечение ионов меди, чем в пробе без облучения.

Таким образом, наши результаты подтверждают данные об активации Ca^{2+} -активируемых K^+ -каналов растительных клеток после однократного облучения ЭМИ КВЧ-диапазона. Наилучший результат очистки сточной воды от всех исследуемых токсикантов наблюдался на седьмые сутки при облучении растений в воде в течение 30 мин (таблица) при 60 ГГц, что согласуется с результатами других авторов. По эффективности извлечения ионов тяжелых металлов ряской прослеживается следующая зависимость: $Cd > Cu > Zn > Fe$. Эти данные не противоречат авторам [7].

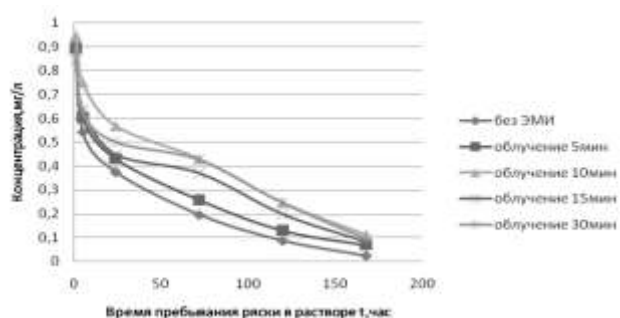


Рис.5. Зависимость изменения концентрации ионов меди в растворе от длительности облучения и времени выдержки ряски

Изменение эффективности (Э) очистки раствора в зависимости от длительности облучения (t, мин) и времени пребывания ряски (t, час) в сульфатных растворах тяжелых металлов ($C_{исх}=1$ мг/л)

Me	t, мин	Э, %	Э, %	Э, %	Э, %	Э, %	Э, %
t, ч		1	5	24	72	120	168
Cd	к	83,6	94,8	97,1	98,0	98,8	99,0
	30	81,8	92,0	99,2	99,5	99,7	99,9
Zn	к	43,4	51,8	84,0	86,3	89,4	91,7
	30	34,7	88,4	90,1	98,2	98,5	99,1
Fe	к	26,4	30,5	35,6	47,2	63,0	84,7
	30	8,4	50,9	52,8	49,9	46,9	40,3
Cu	к	8,5	45,7	62,6	80,5	91,4	97,7
	30	10,3	27,3	49,9	51,3	75,5	90,6

На основании полученных данных может быть предложена схема опытно-лабораторной установки биологического реактора для очистки и доочистки сточной воды, который представляет собой железобетонный биопруд, выполненный с водоподводящей и отводящей трубами, куда на очистку поступает сточная вода. Биопруд заселяют растениями ряски. Направленный генератор электромагнитных волн облучает растение, находящееся в растворе. В этом случае происходит ускорение и усиление процесса поглощения токсикантов растениями. Отработанная ряска собирается механически и может быть использована в качестве удобрения в сельском хозяйстве, для производства бумаги, корм скоту (при дозировании).

Выводы

1. Установлено, что наибольшее воздействие излучения на растительные клетки происходит на частотах 60 и 145 ГГц при плотности потока энергии 120 мкВт/см².
2. По эффективности извлечения независимо от длительности облучения и времени выдержки ряски в растворах ионы тяжелых металлов располагаются в ряд: Cd > Cu > Zn > Fe.
3. Установлено, что ЭМИ оказывает различное воздействие на поглонительную способность растительной клетки по извлечению Cd²⁺, Fe²⁺, Cu²⁺ и Zn²⁺. При этом скорость проникновения Cd²⁺ через мембрану уменьшается, а скорость проникновения Cu²⁺ увеличивается.
4. Показано, что длительность облучения ряски оказала влияние на извлечение ионов Zn²⁺. Наилучший эффект достигался при времени облучения 30 минут.
5. В случае аккумуляции Fe²⁺ наибольшая скорость достигалась в первые часы нахождения растений в растворе, при времени облучения ряски 30 мин. При воздействии ЭМИ в течение 15 мин растение проявило слабоаккумуляторные свойства и уже на 7 сутки эксперимента наблюдался обратный выброс ионов в раствор.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зотова Е.А. Влияние комбинированного воздействия электромагнитного излучения и химических реагентов на биологические системы: автореферат дис.... канд. хим. наук / Е.А. Зотова. Саратов: СГУ, 2007. С. 10-45.
2. Кулешова М.Л. Оценка влияния электромагнитного излучения КВЧ-диапазона на аккумуляцию меди ряской *Lemma m.* / М.Л. Кулешова, О.А. Арефьева, Л.Н. Ольшанская // Татищевские чтения: Актуальные проблемы науки и практики: материалы 7 Междунар. научно-практ. конф., г.Тольятти, 15-18 апр. 2010 г. Тольятти: Волжский ун-т им. В.Н. Татищева, 2010. С. 8-11.
3. Fesenko E.E. Changes in the state of water, induced by radiofrequency electromagnetic fields / E.E. Fesenko, V.I. Geletyuk, V.N. Kazachenko, N.K. Chemeris // FEBS Letters. 1995. №1. С. 49-52.
4. Кожокару А.Ф. Исследование действия низкоинтенсивного ЭМИ радиочастотного диапазона на водные среды и биологические объекты / А.Ф. Кожокару // Современные наукоемкие технологии, 2010. №10. С. 13-18.
5. Бецкий О.В. Миллиметровые волны и живые системы / О.В. Бецкий. М.: Сайнс-пресс, 2004. 272 с.
6. Чемерис Н.К. Некоторые физико-химические механизмы действия электромагнитного излучения КВЧ на клетки животных / Н.К. Чемерис, А.Б. Гапеев, Е.Е. Фесенко // Электромагнитные поля и здоровье человека. 1999. №1. С. 45-46.
7. Samkaram U.K. Heavy metal uptake and accumulation by *Thypha angustifolia* from wetlands around thermal power station / U.K. Samkaram, S. Philip // Int. J. Ecol. and Environ. Sci. 1990. № 16. P. 133-144.

Ольшанская Любовь Николаевна – профессор, доктор химических наук, заведующая кафедрой «Экология и охрана окружающей среды» Энгельсского технологического института (филиала) Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Liubov N. Olshanskaya – Dr. Sc., Professor
Head: Department of Ecology and Environmental Protection
Engels Institute of Technology – Branch of Gagarin Saratov State Technical University

Арефьева Оксана Анатольевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры «Экология и охрана окружающей среды» Энгельсского технологического института (филиала) Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Oksana A. Arefyeva – PhD, Associate Professor
Department of Ecology and Environmental Protection
Engels Institute of Technology – Branch of Gagarin Saratov State Technical University

Русских Марина Леонидовна – аспирант, лаборант кафедры «Экология и охрана окружающей среды» Энгельсского технологического института (филиала) Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Marina L. Russkikh – Postgraduate, Laboratory Assistant
Department of Ecology and Environmental Protection
Engels Institute of Technology – Branch of Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 01.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

ЭКОНОМИКА

УДК 351.72

С.А. Бондарев, В.Ю. Тюрина

НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Анализируются нормативно-правовые акты обеспечения развития инновационной деятельности в Российской Федерации на уровне субъектов РФ и федеральном уровне. Рассматриваются вопросы развития малых инновационных предприятий, созданных в рамках реализации Федерального закона N 217-ФЗ, отличие их механизма функционирования от созданных ранее в рамках технопарковых структур.

Инновационная деятельность, малые инновационные предприятия, нормативно-правовые акты

S.A. Bondarev, V.Yu. Turina

REGULATORY SUPPORT INNOVATION IN THE RUSSIAN FEDERATION

The authors analyze regulations to ensure the development of innovative activities in the Russian Federation on the regional and federal levels. The considered issues deals with the development of small innovative enterprises established under the Federal Law N 217-FZ, and difference of their operation mechanism from the previously established structures within the Technical park system.

Innovative activity, small innovative enterprises, regulations

В настоящее время на уровне государственной власти ведется активная работа над совершенствованием нормативно-правовой базы, необходимой для стимулирования активности субъектов инновационной деятельности. В рамках настоящей темы попытаемся раскрыть произведенные и предлагаемые изменения нормативно-правовой базы на микро- и макроуровнях применительно к субъектам инновационной деятельности, а также практические последствия таких изменений. В качестве примера микроуровня возьмем малые инновационные предприятия. Под макроуровнем будем иметь ввиду национальную инновационную систему России.

Наиболее значимым нормативно-правовым актом в инновационной деятельности на микроуровне в последнее время стал подписанный Президентом РФ Д.А. Медведевым Федеральный закон № 217-ФЗ от 2 августа 2009 года [1]. Отныне бюджетным научным и образовательным учреждениям разрешалось создавать хозяйственные общества в целях практического применения (внедрения) результатов интеллектуальной деятельности. На конец октября 2010 года таких малых инновационных предприятий (МИП) насчитывалось около 600, на начало марта 2011 года более 800 (рисунок).

Основной проблемой функционирования предприятий, созданных по 217-ФЗ, является бессистемность работы в создавших их учреждениях. Необходимо отметить, что главной целью создания таких предприятий становится их участие в грантовых программах на выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР), программах предоставления субсидий субъектам малого бизнеса, программах занятости молодых научных кадров и т.д. По завершении выполнения программы МИП, как правило, перестает существовать (подвергается реорганизации или ликвидации). Поставив своей первоначальной целью освоить выделенные деньги, ученый-бизнесмен не предпринимает усилий для налаживания производственного процесса и реализации продукта (оказания услуг). Подобная трактовка термина «бизнес» ставит под большой вопрос возможность сочетания в одном лице роли научного сотрудника и предпринимателя.

Решение обозначенной проблемы кроется в совершенствовании системы функционирования МИПов, созданных в соответствии с 217-ФЗ в структуре вуза (научного учреждения). Являясь соучредителем таких предприятий, вуз может осуществлять текущий контроль за их деятельностью, участвовать в

формировании производственной и сбытовой политики МИПа, способствовать привлечению инвестиций под реализацию конкретных проектов, предоставлять производственные и офисные помещения и др. Все перечисленные возможности идеально вписываются в сферу деятельности технопарковых структур. Поэтому многие вузы РФ, создавшие предприятия по 217-ФЗ, пошли по пути их интеграции в научно-технологические парки.



Малые инновационные предприятия, созданные в рамках реализации 217-ФЗ с разбивкой по месяцам [2]

В свою очередь, до введения 217-ФЗ технопарковые предприятия, созданные при вузе, были «бюджетными» и действовали на хозрасчетных основах. Это способствовало возникновению в их финансово-хозяйственной деятельности множества бюрократических проволочек. Как минимум три таких аспекта требуют обозначения:

1. *Применение бюджетной системы отчетности и, как следствие, раздувание штата специализированных бухгалтеров.* При обслуживании «бюджетных» фирм, имеющих небольшие обороты по счетам, требуется не менее одного бухгалтера на фирму. В противном случае (при обслуживании одним бухгалтером нескольких фирм) предприятие перестает нормально функционировать. Приведем наглядный пример: операция по выставлению счета контрагенту за выполнение работ затягивается на срок до двух недель.

2. *Невыгодность декларирования прибыли от деятельности.* Данный аспект возникает из-за применения бюджетной системы отчетности. Проще увеличить расходную часть и сделать прибыль нулевой, нежели отчитываться перед соответствующими государственными структурами за деятельность, приносящую прибыль. Этот пункт не соотносится с основами предпринимательства.

3. *Необходимость отчетности казначейским структурам.* Помимо привычных налоговой инспекции, пенсионного и иных фондов «бюджетным» фирмам необходимо отчитываться перед органами казначейства. Соответствующий документооборот увеличивается в разы.

Предприятия с обозначенными недостатками до принятия 217-ФЗ входили в состав технопарковых структур вуза. Многие из этих фирм уже давно перестали функционировать и осуществлять движения денежных средств, однако ведение их бухгалтерии требует значительных затрат. Обозначенные аспекты лишней раз подтверждают правильность принятия 217-ФЗ и требуют его скорейшего применения в деятельности вузов. Но правильность вхождения МИПов, созданных по 217-ФЗ, в структуру технопарка с «бюджетными» фирмами подвергается сомнению. Технически объединить предприятия разных форм собственности и принципов функционирования, безусловно, возможно. Однако желаемого эффекта как в организационном, так и в финансовом плане не получится.

Было бы правильным создать обособленный МИП по 217-ФЗ, условно назовем его ТехноЦентр, который работал бы с предприятиями, созданными в рамках реализации 217-ФЗ. Принцип работы – рыночный, оказание перечня консалтинговых услуг по обеспечению функционирования МИПов. Оказание консалтинговых услуг в области инновационного предпринимательства включает: открытие и ведение деятельности малых инновационных предприятий (бухгалтерское, юридическое сопровождение), маркетинговые исследования, анализ финансово-хозяйственной деятельности предприятий, поиск инвесторов в реализации инновационных и (или) инвестиционных проектов, образование частно-государственных партнерств. Такой ТехноЦентр должен оказывать услуги не только МИПам по 217-ФЗ, но и любому контрагенту, нуждающемуся в его сервисах. ТехноЦентр следует рассматривать как элемент инновационной инфраструктуры вуза, региона, субъект инновационной деятельности страны. В идеале ТехноЦентр должен представлять собой команду компетентных профессионалов бизнеса, лоббистов, учёных.

Наиболее значимым нормативно-правовым актом в инновационной деятельности на макроуровне обещает стать Федеральный закон «О государственной поддержке инновационной деятельности в Российской Федерации», который в настоящее время находится на рассмотрении в Государственной Думе ФС РФ

[3]. Работа над данным законом началась ещё в середине 90-х годов прошлого столетия, принятый Государственной Думой Федерального собрания РФ 1 декабря 1999 г. Федеральный закон был отклонен Президентом Российской Федерации ввиду «размытости» понятийного аппарата, о чем было сказано в письме Президента Российской Федерации от 03.01.2000 г. № Пр-14, и в письме Главного государственного правового управления Президента Российской Федерации от 19.10.2000 г. №А6-4612 полномочному представителю Президента Российской Федерации в Государственной Думе Федерального собрания РФ. А именно: «Федеральный закон не дает четкого определения предмета его регулирования, которым, согласно преамбуле, является инновационная деятельность. Неопределенность понятия «инновационная деятельность» позволяет произвольно толковать многие нормы Федерального закона, в том числе и касающиеся финансирования инновационной деятельности за счет средств федерального бюджета и бюджетов субъектов Российской Федерации, установления системы экономических и иных льгот, направленных на поддержку и развитие инновационной деятельности».

Поэтому важным, на взгляд автора, является законодательное определение термина «инновации» и всех других понятий, являющихся производными от слова «инновация», таких как инновационная деятельность, инновационная политика, инновационная система, инновационная программа и т.д.

Неопределенность этих понятий приводит к неопределенности большинства положений и норм различных законодательных актов, как федеральных, так и региональных, касающихся в той или иной мере инновационной деятельности, и порождает создание в инновационной сфере неработающих законов. В настоящий момент существует множество нормативных актов органов государственной власти субъектов Российской Федерации, в той или иной мере направленных на регулирование инновационной деятельности. Это еще раз подчеркивает необходимость принятия консолидирующего Федерального закона.

Возвращаясь к предложенному варианту Федерального закона, постараемся тезисно проанализировать основные положения обозначенного законопроекта.

1. Впервые для Федерального закона (далее по тексту, ФЗ) даны определения, используемые в инновационной деятельности.

Применительно к Саратовской области данный факт принципиально не меняет сложившуюся ситуацию. На территории Саратовской губернии впервые для отдельно взятого субъекта РФ появился закон «Об инновациях и инновационной деятельности» в далеком 1997 году. Это было обусловлено прежде всего наличием сильной «научной школы инноватики» Саратовского государственного технического университета под руководством В.Р. Атояна.

Сравним определения, используемые в проекте ФЗ и Закона Саратовской области (ЗСО):

- **инновации** включают следующие результаты научной и (или) научной деятельности, используемые при производстве инновационной продукции: программы для электронно-вычислительных машин и базы данных, изобретения, полезные модели, промышленные образцы, селекционные достижения, топологии интегральных микросхем, секреты производства (ноу-хау), а также единые технологии (текст ФЗ) [4];

- **инновация (нововведение)** - результат научной (научно-исследовательской) и научно-технической деятельности, признанный в соответствии с действующим законодательством объектом интеллектуальной собственности (текст ЗСО) [5];

- **инновационная деятельность** - действия (деятельность) физического или юридического лица, направленных на создание и (или) практическое применение результатов научной и (или) научно-технической деятельности (инноваций) при производстве товаров, работ и услуг (инновационной продукции) по приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники Российской Федерации (текст ФЗ) [4];

- **инновационная деятельность** - деятельность, имеющая основной целью реализацию в общественной практике инноваций, полученных в результате научной (научно-исследовательской) и научно-технической деятельности, путем их практического освоения и включающая в себя как деятельность непосредственно по освоению инноваций, так и содействие этой деятельности (текст ЗСО) [5].

Примечательно, что понятия «инновация» и «инновационная деятельность» в обозначенных нормативно-правовых актах тесно связаны с понятием «объект интеллектуальной собственности». Данное обстоятельство свидетельствует о правовой защите нововведений, зафиксированной в IV части Гражданского кодекса РФ.

Связанность дефиниций с практической стороны позволила на уровне Саратовской области подготовить законодательный акт, обеспечивающий государственное регулирование и государственную поддержку субъектов инновационной деятельности. Так, Саратовской областной Думой рассмотрен и принят Закон Саратовской области «О государственной поддержке специализированных субъектов инновационной деятельности в Саратовской области» от 23.07.2004 № 39-ЗСО (с изменениями от 22.12.2004, 25.02.2009, 27.05.2009). Закон призван установить конкретные стимулы развития инновационной деятельности для основных субъектов инновационной деятельности (производственных и специализированных соответственно) [6].

Помимо обозначенных определений, в проекте Федерального закона «О государственной поддержке инновационной деятельности в Российской Федерации» даны дефиниции «**инновационная продукция**», «**инновационный проект**», «**инновационный налоговый кредит**» и др., разграничены понятия «**субъект инновационной деятельности**» и «**субъект инновационной инфраструктуры**».

2. В проекте ФЗ определены субъекты государственной поддержки и критерии ее предоставления.

В частности, сказано, что в качестве субъекта государственной поддержки может выступать юридическое лицо – коммерческая организация, за исключением малых предприятий, приобретающая право на получение такой поддержки при условии создания **собственного инновационного фонда**. Этот фонд должен быть сформирован в размере, установленном в учредительных документах, но не ниже 6 % от размера уставного (складочного) капитала, по истечении трех лет после окончания года, в котором такая организация начала осуществлять инновационную деятельность. Первоначальные отчисления в инновационный фонд не могут быть менее 2 % от суммы дохода организации за год. Средства этого фонда имеют целевое назначение и могут расходоваться на цели, обусловленные осуществлением инновационной деятельности, в частности на выплату вознаграждения авторам служебных результатов научной и (или) научно-технической деятельности, для приобретения прав на результаты научной и (или) научно-технической деятельности по договорам, на покрытие расходов по государственной регистрации этих результатов и прав на них в России и за рубежом, их внедрение в производство инновационной продукции.

Государственная финансовая поддержка будет оказываться в форме **субсидий**, в том числе в целях предоставления грантов, и государственных гарантий на основании **инновационного проекта**, представленного субъектом или группой субъектов инновационной деятельности.

Отдельным пунктом прописано, что критерии оценки эффективности вложения средств бюджетов бюджетной системы РФ при предоставлении бюджетных субсидий субъектам инновационной деятельности определяются Правительством РФ.

3. *Обособленно выделены такие виды государственной поддержки инновационной деятельности как налоговое и таможенное стимулирование.*

Речь идет об использовании **инновационного налогового кредита**. Таможенное стимулирование подразумевает использование **тарифных льгот (тарифных преференций)** по освобождению от оплаты пошлины, снижения ставки пошлины, установления тарифных квот на преференциальный ввоз (вывоз) товара, предназначенного для осуществления инновационной деятельности.

4. *В проекте ФЗ также обозначены формы государственной организационно-правовой поддержки инновационной деятельности.*

Среди них особо выделим создание **Федерального инновационного фонда России** (создается на основе государственно-частного партнерства). Федеральный инновационный фонд России призван аккумулировать финансовые ресурсы из различных не запрещенных законом источников, которые могут расходоваться исключительно на стимулирование создания результатов научной и научно-технической деятельности. Структура Федерального инновационного фонда России включает региональные отделения, создаваемые на территории субъектов Российской Федерации.

5. *В проекте ФЗ предусмотрена государственная информационная поддержка инновационной деятельности, распределены полномочия органов государственной власти в сфере поддержки инновационной деятельности.*

В заключение хотелось бы вернуться к изначальной **цели** ФЗ: *«Государство оказывает поддержку инновационной деятельности в целях модернизации российской экономики на базе отечественного инновационного потенциала и передовых зарубежных научных и научно-технических достижений, повышения эффективности материального производства и конкурентоспособности отечественных товаров, работ и услуг на российском и мировом рынках, улучшения качества жизни населения, укрепления национальной безопасности»*. Авторам удалось отразить в данной преамбуле всё, ради чего работают ученый, инноватор, предприниматель, производитель, инвестор и власть. Благодаря консолидации усилий всех заинтересованных сторон с принятием данного нормативно-правового акта появится реальная платформа, позволяющая реализовывать инновационные проекты.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.kremlin.ru/>
2. <http://www.csrs.ru/reestr/default.htm>
3. <http://www.duma.gov>
4. Законопроект «О государственной поддержке инновационной деятельности в Российской Федерации», внесенный на рассмотрение в Государственную Думу ФС РФ под N 495392-5
5. Закон Саратовской области «Об инновациях и инновационной деятельности» от 28.07.1997 № 50-ЗСО (в ред. Закона Саратовской области от 13.02.2003 N 9-ЗСО, от 23.07.2004 N 40-ЗСО)
6. Инновационная деятельность. 2007. № 1(4).
7. Тюрина В.Ю. Университетские комплексы и интеллектуальная собственность / В.Ю. Тюрина. Самара: Самар. гос. экон. акад., 2004. 131 с.

Бондарев Станислав Алексеевич – аспирант кафедры «Экономика и управление в машиностроении» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Stanislav A. Bondarev – Postgraduate Department of Economics and Mechanical Engineering Management Gagarin Saratov State Technical University

Тюрина Вера Юрьевна –
доктор экономических наук, профессор кафедры
«Экономика и управление в машиностроении»
Саратовского государственного технического
университета имени Гагарина Ю.А.

Vera Yu. Turina –
Dr. Sc., Professor
Department of Economics and Mechanical Engineer-
ing Management
Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 24.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 314.17

А.А. Понукалин, О.В. Понукалина

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В ИННОВАЦИОННОМ ОБЩЕСТВЕ

Обосновывается актуальность и необходимость управления конструированием социально-экономического пространства труда и досуга людей в инновационном обществе как возможность преодоления общемирового системного кризиса. На основе анализа социологических и экономических теорий сделан вывод о том, что системообразование в условиях кризиса и его негативных последствий не может быть стихийным, оно должно быть управляемым, поскольку управление с его организующим негэнтропийным началом (синергией) противостоит хаосу. Дается описание механизмов управления развитием социально-экономических систем в контексте управления.

Системный кризис, социально-экономическая система, экономизация геополитики, манипуляция массовым сознанием, социальная психология потребления, инновационное общество, Концепция 2020, методология системного подхода

A.A. Ponukalin, O.V. Ponukalina

SOCIO-ECONOMIC SYSTEM IN INNOVATIVE SOCIETY

The article deals with the urgency and the need to manage the construction of socio-economic environment for work and leisure activities of the people in the innovative society as an opportunity to overcome the global systemic crisis. The authors use the analysis of sociological and economic theories to conclude that system formation during the crisis period and its negative effects can not be spontaneous. It must be managed since the management system together with its organizational non-entropy principle (synergy) is opposed to chaos. The description is given for the development of control mechanisms of socio-economic systems in the context of management.

Systemic crisis, socio-economic system, economization of geopolitics, manipulation of mass consciousness, social psychology of consumption, an innovative society, Vision 2020, the methodology for a systematic approach

Социально-экономическая ситуация в современном мире характеризуется системным кризисом, причиной которого являются не только и не столько экономические, сколько социальные факторы. Современный кризис достаточно глубоко проанализирован чл.-корр. Академии наук Украины В.И. Мунтияном¹. По его мнению, нынешний кризис, используемый в качестве инструмента экономической войны против стран СНГ, нельзя считать только финансовым или даже ещё экологическим и социальным. Это кризис существующих теорий и концепций, образа мышления, моральных ценностей и духовности, из чего следует необходимость ликвидации разрыва между развитием НТП и духовным развитием человечества. Отсюда следует, что стратегии и перспективы развития человечества не могут связываться только с НТП и его материальными результатами.

Он, в частности, пишет о том, в условиях всеобщей глобализации происходит экономизация геополитики на уровне системы геоэкономики: «Геоэкономическая власть приобрела такую реальную силу, что уже диктует всему миру свои принципы и правила игры, попирая принципы морали и международного права». Автор этой статьи показывает, что произошло в результате: нарушилось равновесие буферных зон биосферы планеты; спровоцирована цепь экологических и климатических катастроф; увеличился разрыв между богатыми и бедными странами до 86 раз, что привело к новому всплеску бедности, недоеданию, нехватке пресной воды, эпидемиям, а также к целому ряду военных конфликтов. Возросли масштабы пре-

¹ Мунтиян В.И. СНГ и мировой финансовый кризис // Инновации. СПб., 2008. №12. С.3-14.

ступности в результате происходящей мировой криминальной революции. Рост терроризма достиг невиданных ранее масштабов.

Результатом экономизации геополитики явился глобальный мировой финансовый кризис, фундаментальной причиной которого послужила бесконтрольная эмиссия мировой валюты не государством, а Федеральной резервной системой (ФРС) США (акционерным обществом влиятельных банков)¹. Как полагает С.Ю. Глазьев², процесс саморазрушения мировой финансовой системы необратим. «Кризис закончится с перетоком оставшегося после коллапса долларовой финансовой пирамиды и других финансовых пузырей капитала в производства нового технологического уклада». Многое будет зависеть от баланса негативных тенденций разрушения старого технологического уклада и скорости роста нового технологического уклада с его позитивными эффектами и способностью компенсировать сжатие устаревшей части экономики.

Многие авторы, в частности, Н.В. Стариков³, полагают, что нынешний финансовый кризис имеет рукотворную природу, поскольку ФРС США сознательно резко повысила ставки рефинансирования после длительного периода дешёвых денег. Отсюда следует, что именно финансовые структуры стремятся управлять мировыми процессами, учитывая действие экономических законов в своих интересах. В реальной действительности такое управление основывается в значительной степени на манипуляциях общественным сознанием, даже и бессознательным на уровне реакций, поступков, поведения масс. В первую очередь – это экономическое и социальное поведение людей.

На наш взгляд, в основе экономических законов лежат законы социальной психологии⁴, определяющие разносторонние проявления людей в обществе, связанные, в первую очередь, с их потребностями, мотивами, желаниями, намерениями, устремлениями, смысложизненными ориентациями, образом жизни и её целями, представлениями о своём жизненном пути. Например, закон насыщаемых потребностей, который служит одним из важнейших регуляторов собственно экономических процессов. В соответствии с ним полезность для человека вещи (совокупность приносимого удовольствия или чувства выгоды) пропорциональна логарифму запаса желаемого качества вещи. Это вообще аналог открытого ещё Фехнером психофизического закона. Чтобы удвоить чувство выгоды, надо в десять раз увеличить желаемое качество вещи (никакая экономика этого изменить не может).

В этом плане интерес представляет теория экономических циклов и концепция длинных волн Н.Д. Кондратьева, которая используется экономистами для объяснения причин кризисов и прогнозирования календарных периодов подъёма и спада мировой экономики. Современные экономисты отмечают сокращение периодичности циклов в связи с ускорением сроков обновления основного капитала под влиянием научно-технических достижений в современном мире. Тем не менее психологические теории объясняют цикл сменой *настроений* масс, влияющих на инвестиции. Так, паника и разброд кризисного состояния ведут к застою капиталовложений, уводу капиталов за рубеж, а позитивный настрой в условиях подъёма стимулирует рост инвестиций. Все эти экономические процессы производны от психологии масс.

Экономические законы всесторонне проанализированы в рамках современного научного представления об экономическом развитии С.Ю. Глазьевым⁵, рассмотревшим проблему выявления квазипериодических колебаний в социально-экономических процессах, а не только в экономике (периодизации длинных волн в теории Н.Д. Кондратьева и неравномерности экономического роста, причиной чего служат нововведения, Й. Шумпетера). Один из трёх основателей теории инновационных систем (R. Nelson, C. Freeman, B. Lundvall⁶) К. Фримен, рассматривая теорию кластеров нововведений Й. Шумпетера, предположил, что в фазе депрессии увеличивается социальное напряжение, для снятия которого требуются различные изменения, что создаёт условия для разработки и реализации организационных нововведений⁷. Они сейчас становятся чрезвычайно востребованными⁸, чем и необходимо заниматься.

Новая экономическая парадигма строится на теории эволюционных изменений, автор которой Р. Нельсон (США) утверждает, что современная экономика должна быть инструментом решения задачи развития человеческой цивилизации, обеспечивая её существование⁹. На современном этапе значительный вклад в решение этой задачи внесёт стратегия перехода общества на инновационный путь своего развития. Это означает начало построения общества нового типа – инновационного общества¹⁰, способного противо-

¹ Глазьев С.Ю. Уроки очередной российской революции. М.: ИД Экономическая газета, 2011.

² Глазьев С.Ю. Стратегия опережающего развития России в условиях глобального кризиса. М.: Экономика, 2010.

³ Стариков Н.В. Кризис: как это делается. СПб.: Питер, 2009.

⁴ Понукалин А.А. Социально-экономическая психология рынка. Саратов: ЦМС психоконверсии РАН, 1995.

⁵ Глазьев С.Ю. Уроки очередной российской революции. М.: ИД Экономическая газета, 2011.

⁶ Лундвалл Б.-А. Исследование инновационных систем: их происхождение и возможные перспективы // Глобаликс-Россия-2007: материалы 2-я Международ. конф. Саратов: СГТУ, 2007. Т. 3. С. 17-39.

⁷ Freeman C. Technical Innovation, Diffusion, and Long Cycles of Economic Development. Long-Wave Debate. Berlin. 1987.

⁸ Понукалин А.А. Современная Россия: задачи организационной психологии // Организационная психология: люди и риски. Саратов: СГУ, 2011. С. 14-18.

⁹ Нельсон Ричард Р., Уинтер Сидней Дж. Эволюционная теория экономических изменений. М.: Дело, 2002.

¹⁰ Атоян В.Р., Глазьев С.Ю., Понукалин А.А. НПК «Академия инноватики ГЛОБЕЛИКС-Р» как механизм реализации инновационной стратегии развития России и ЕвразЭС // Научное, экспертно-аналитическое и информационное обеспечение национального стратегического проектирования, инновационного и технологического развития России. М.: ИНИОН РАН, 2010. С. 209-216.

стоять не только экономическим кризисам, но также природным и техногенным катастрофам, отвечать на вызовы природы, обеспечивая условия стабильного развития.

Решение проблемы перехода на инновационный путь развития становится решением проблемы выхода России из кризиса и преодоления его последствий. Если говорить об экономической составляющей кризиса, то, как пишет Г.Г. Малинецкий, в нынешней России «логика новых хозяйственных условий диктует новую модель построения экономики». Такая модель призвана оживить рынок, а для этого придётся поднимать доходы населения, но не обваливать их. Лишь в таком случае деньги будут возвращаться к производителям, которым станет выгодно *внедрять новые технологии*. Тогда, если мы придерживаемся парадигмы рыночной экономики, станет возможным, видимо, и переход на инновационный путь развития страны, который позволит реализовать проект построения инновационного общества в России.

В этом плане, учитывая условия грядущей нанореволюции, следует отметить стратегию, представленную в Концепции социально-экономического развития России до 2020 года. По определению Э. Набиуллиной¹, Концепция – «...Это программа действия по ключевым для нас сферам: ... развитие человеческого потенциала, экономических институтов, национальной инновационной системы, основных отраслей экономики». Концепция социально-экономического развития страны, по её словам, даёт системную картину развития России. «Концепция» ставит стратегические цели по лидерству России в определённых областях. Дается оценка тех вызовов, с которыми сталкивается и будет сталкиваться наше общество. Стратегия означает производство новых идей, новых технологий и социальных инноваций. Речь идёт об управленческих инновациях, инновациях во всех сферах экономики и общественной жизни».

Переход на инновационный путь развития – условие преодоления системного кризиса, имеющего сложную структуру кризисных составляющих. Речь идёт о типологии кризисов, которая включает отдельные группы экономических, социальных, организационных, психологических, демографических, экологических кризисов, распределяемых по структуре отношений в социально-экономической системе, по проблематике ее развития, причем разные типы кризисов можно представить как цепочку, в которой разрыв одного звена, т.е. появление фактора одного из типов кризиса тянет за собой возникновение факторов других типов.

Россия более других стран пострадала от глобального кризиса (начавшегося для России с 90-х годов). **Системный кризис**, переживаемый Россией в последние годы, обусловлен не в последнюю очередь отсутствием научно-обоснованной социально-экономической политики. Разрабатывалось большое количество программ и цели этих программ (либерализация цен, монетарная политика, приватизация, инвестиционные программы и прочее) состояли в приведении экономической системы на более сложный уровень, соответствующий современному состоянию мирового рынка, т.е. в сознательном усложнении. Но не было ни одной программы, направленной на реформирование системы управления, приведение этой системы в соответствие более высоким требованиям более сложного состояния объекта управления, выработку новых методов управления сложными системами, на реальную децентрализацию российского экономического пространства. Во многом цели программ были достигнуты, но ничего, кроме полной потери управляемости и дезинтеграции хозяйства, не произошло.

Для этого периода характерны обострения противоречий и столкновение интересов различных социальных и часто – как следствие экономических кризисов, потому что последние сопровождаются негативными социальными проявлениями: снижение уровня жизни граждан, рост цен на потребительские товары, падение занятости, сокращение государственных расходов на образование и здравоохранение. Это проявление социального кризиса, основными факторами которого служат: значительное снижение качества жизни граждан, безработица, нищета, рост числа серьезных заболеваний, ухудшение криминогенной обстановки, утечка умов, коррумпированность общества, полное разрушение системы ценностей, в том числе и духовных. Разновидность социального кризиса – демографический кризис, негативными проявлениями которого являются: превышение показателей смертности над показателями рождаемости, стихийные миграционные процессы, вызывающие отток квалифицированных специалистов, нехватку производительных кадров в экономике, неблагоприятные изменения в половозрастной структуре населения.

Самым непосредственным образом социальные и демографические кризисы связаны с *психологическими кризисами*, которые наиболее ярко проявляются в периоды больших перемен в обществе, в условиях нестабильности и падения уровня жизни людей. Факторы психологического кризиса: появление неврозов, приобретающих массовый характер; рост неудовлетворенности граждан своим социальным положением; эмоциональная опустошенность у людей; усталость от перемен; обострение чувств неуверенности, страха; массовый рост числа сердечно-сосудистых и других заболеваний вследствие усиливающейся стрессовой нагрузки; ухудшение социально-психологического климата в обществе (в коллективе предприятия). В бизнесе психологический кризис проявляется как отсутствие у предпринимателей желания инвестировать в бизнес, производство, неверие в улучшение ситуации, стремление вывести капиталы из страны.

¹ Набиуллина Э. Концепция 2020: общественная дискуссия // Гражданский диалог. 2008. № 2. С. 11-21.

Основная проблема эпохи системного кризиса имеет социально-психологический характер и производна от существующих условий распределения труда, его продукта и оплаты. Важнейшая роль в изучении и разрешении такой проблемы должна отводиться экономической социологии. Каковы возможности экономической социологии в разработке проектов преодоления последствий общемирового кризиса для нашей страны?

Оценивая возможный вклад экономической социологии в конструирование социально-экономической «анатомии» и «морфологии» общества, следует отметить непреложный факт жёсткой взаимосвязи экономики (как её понимают традиционные экономисты) и общества в целом. «Чистый экономизм» уже недостаточен для осмысления (объяснения) сложнейших процессов современности, для обеспечения эффективного функционирования производства продуктов, товаров и услуг в интересах человека. В реальной действительности существуют и действуют объективные социально-экономические законы (в частности, закон конкуренции по М. Веберу¹). В наших публикациях² мы уже писали о таком обстоятельстве, связанном с тем, что все законы рыночной экономики являются законами скорее социально-психологическими, чем какими-либо другими. Т. Веблен³ полагал, что экономическая наука должна стать наукой о поведении людей в их отношении к материальным средствам существования, рассматривая эволюцию социального устройства как реализацию процесса «естественного отбора» разнообразных институтов. Он считал, что развитие социальных институтов и природы человека сводится к естественному отбору наиболее приспособленных образа мыслей и типа поведения.

Новая экономическая ситуация в наше время требует научных обоснований общественных явлений, изучения социального механизма развития самой экономики, когда действие механизма зависит от степени удовлетворения обществом тем, что происходит в действительности, поскольку существует влияние социальных норм и социальных ценностей, в частности, на повышение производительности общественного труда, улучшение качества продукции. Если экономическая деятельность позиционирует себя как таковую, то обществу важна её эффективность, что связано с экономическим поведением классов и групп людей с той или иной мотивацией своей деятельности в обществе потребления. Непосредственное выражение потребительского образа жизни проявляется в потребительском, в частности, «демонстративного» и «подставного» мотивационных типов поведения. Для общества как большой группы особое значение имеет характер возникающих при этом социальных отношений и форм организации трудовой деятельности.

Условием самоорганизации рынка, на что ориентировалась реформа в России, является конкуренция, которая порождает ситуации неопределённости для конкурирующих сторон, когда возникают проблемы, разрешимые в определённых условиях (или принципиально неразрешимые). В ситуациях неопределённости возрастает роль управления как механизма проблемных решений и их реализации. Управление с его организующим негэнтропийным началом (синергией) противостоит хаосу, который может возникнуть, если острота конкуренции достигнет некоторого критического уровня, когда конфликты и кризисы становятся неразрешимыми. Кризисные явления в современном мире порождают необходимость разработки научно-практических средств предотвращения их разрушающих последствий.

Необходима активизация системообразования процесса общественного развития, создания сетевой структуры локальных систем для увеличения надёжности его показателей в их константной, инвариантной и вариативной формах. Нужно обойтись минимальными потерями в случаях кризисов, природных и техногенных катастроф, социальных катаклизмов. Системообразование в условиях кризиса и его негативных последствий, реально проявляющих себя, не может быть стихийным, оно должно быть управляемым. Эффективность управления будет зависеть от адекватности методологии, которая в данном случае должна быть системной, основанной на принципах системного подхода. Управление на высоком уровне предполагает прогнозирование динамики параметров жизнедеятельности системы. Поэтому основополагающими её элементами должны быть прогнозные структуры.

В эпоху углубляющегося мирового кризиса стратегические решения должны иметь **системный** характер и ответственность за них предельно высока. Высший уровень организации всякого социального института – это локальная или глобальная система с долговременными стратегическими целями. Преимущества системы: минимум затрат и максимум результата, оптимальность, максимум синергии. Важнейшие качества хорошо организованной системы – целеустремлённость, высокая надёжность за счёт взаимосвязи её составляющих. В самом общем случае множество элементов можно рассматривать как систему, если обнаруживаются следующие признаки.

- 1) Целостность этого множества, т.е. принципиальная несводимость свойств системы к сумме свойств составляющих её элементов.
- 2) Наличие цели и критерии поведения данного множества элементов.

¹ Вебер М. Избранные произведения: пер. с нем. М., 1990.

² Понукалин А.А. Инноватика: естественнонаучные и гуманитарные основания // Инновации. СПб., 2008. № 10. С. 57-63.

³ Веблен Т. Теория праздного класса: пер. с нем. М., 1984.

3) Существование более крупной, внешней по отношению к данной, системы, называемой «средой».

4) Возможность обнаружения и описания в данной системе взаимосвязанных частей, выступающих в качестве подсистем.

Обобщенная концепция системы должна содержать всестороннее описание сущностных, формальных, содержательных, функциональных, структурных, поведенческих характеристик некоторой абстрактной модели того, что называют системой¹. Основные характеристики системы будут определяться способом ее существования (принципами, средствами и процессом его реализации). Процесс реализации способа существования опосредован множеством отношений с внешним миром и проявляется во взаимодействии с ним. Это способ организации объектов различной природы, обеспечивающей сохранение их качественно-количественных определенностей на некотором пространственно-временном и информационно-энергетическом интервалах.

В самом общем случае система – самоорганизованное целесообразное единство объектов, имеющее разномодальную структуру – вещественную, энергетическую, пространственную, временную, информационную, сигнальную и т.д. Такая структура адекватна способу существования системы, то есть обеспечивает его реализацию. Существеннейшими характеристиками системы являются отношения с внешним миром и отношения между объектами (внешние и внутренние связи и взаимосвязи), а также причинно-следственные отношения, обуславливающие порождение данной системы, то есть характеристики системообразования. Важнейшие из них те, что определяют природу и принципы организации системы.

Эти характеристики необходимо рассматривать в контексте законов сохранения и развития способа существования системы, поскольку условия ее существования могут либо способствовать сохранению, либо противодействовать ему, что предъявляет различные требования к организации системы и способам ее взаимодействия со средой. В последнем случае «противодействия» мы имеем дело с динамической самоорганизацией – регуляцией, обеспечивающей тенденцию стабилизации или «совершенствования» тех или иных параметров системы, порождения нового процесса системообразования.

По отношению к таким ситуациям речь идёт о следующих характеристиках: устойчивости к воздействиям, уровня регуляции, докритических диапазонов «разрушающих» воздействий и ряд других. В этом плане следует выделить некоторую внутрисистемную тенденцию как причину и содержание регуляции. Источником регуляции является результат «соотнесения» необходимости сохранения (степени ее выраженности, силы) с возможностями сохранения, который образует направляющую силу, организующую структуру системы, что приводит её в соответствие с условиями (в контексте действующего закона сохранения или развития способа существования системы, в чем проявляется принцип целесообразности). Последний предполагает наличие такой характеристики способа существования, как целенаправленность, если рассматривать понятие цель широко с точки зрения системных явлений необходимости и возможности реализации способа существования в условиях противодействия.

Целеустремлённая система должна содержать в каком-то виде модель способа существования как фактора организации и регуляции борьбы за его сохранение, регистрации фактического результата, и эта модель относится также к важнейшим характеристикам системы. Обобщенные характеристики целеустремленного состояния выводятся из положения о необходимости выбора – действия, которое является неизменным его признаком, и описываются четырьмя компонентами²:

- 1) Субъект, производящий выбор (A).
- 2) Окружение выбора (S).
- 3) Доступные способы действия (Ci).
- 4) Возможные при таком окружении результаты (Oi).

Поскольку возможных результатов несколько, поведение системы и содержание её способа существования характеризуются неопределённостью – это целенаправленные системы с неопределённостью (вероятностные системы). Неопределённость составляет то качество, которое позволяет системам совершенствоваться, осуществляя «переход» от строгого детерминизма к вероятностному поведению, но это качество «предполагает» такую структуру процесса достижения цели, которую можно представить множеством подпроцессов решения задач (выбор на множествах результатов и условий).

Для решения каждой из таких задач необходима соответствующая подсистема, приспособленная для ее решения. Если задачи разнообразны, то мы имеем дело с явлением подсистемообразования – внутрисистемного процесса приспособления к вероятностным условиям среды. На этом основании возможно определить подсистему как комплекс средств, приспособленных для решения конкретной задачи. Таким образом, вероятностные характеристики системы определяют ее подсистемную структуру, возможность внутрисистемной реорганизации и установления временной иерархии в соответствии с содержанием текущей задачи.

¹ Понукалин А.А. Системная психологическая теория и общественная практика. М.: Ин-т психологии РАН, 1993.

² Аокофф Р.Л., Эмери Ф.И. О целеустремлённых системах. М.: Сов. радио, 1973.

Компоненты целеустремленного состояния связаны между собой и эти связи основаны на трех типах специфических мер: вероятность выбора, эффективность способа действия, удельная ценность¹. Модель реализации целеустремленного состояния, основанная на таком описании, будет моделью автоматизированного процесса, который может быть выполнен запрограммированным устройством и он не требует наличия чисто человеческих возможностей. Следовательно, такие признаки могут принадлежать всякой системе, лишь бы выполнялись все эти условия.

Важнейшей характеристикой целеустремленной системы является область достигаемых ею результатов, которые могут иметь самую различную форму и вид. Объективные свойства таких результатов могут служить индикаторами множества характеристик самой системы. Достижение полезного (с «точки зрения» способа существования) результата направляется значимостью на основе процесса регуляции и это предполагает наличие информационных потоков и управления, что образует группу кибернетических характеристик системы. Целеустремленное состояние предполагает реализацию способов действия системы в данных условиях, что порождает ситуации взаимодействия. Для его обеспечения отдельные элементы систем, сами системы должны иметь соответствующие конструктивные особенности, механизмы, свойства и характеристики, которые позволяли бы создавать воздействия на другие объекты и системы, а также отражать значимые воздействия и формировать нужные адекватные ответы на них.

Проблема механизмов – это проблема особенностей функционирования системы, которое мы связываем с «работой» как функциональным качеством и которое может быть описано в терминах поведения. Свойство «машинности» системы в этом смысле имеет ту ценность, что позволяет ставить задачи описания системы в терминах рабочих параметров и характеристик – энергии, продуктивности, надежности, эффективности, устойчивости и т.д. Важнейшее значение в разработке проблемы механизмов внутри- и межсистемных взаимодействий имеют конструктивные и структурные характеристики системы.

Базу определения системы В.П.Кузьмин связывает с понятиями «элементы», «связи», «отношения», «целостность», наличие «входа» и «выхода» (с их характеристиками), «управление», которое охватывают множество системных качеств, общих для любой системы (инвариантов). Эти качества являются объектом научного исследования и описания, возможных на двух уровнях (по В.П. Кузьмину). На одном из них система описывается как концептуальное целое с точки зрения целостных качеств. На другом уровне выделяются конструктивные качества, характеризующие внутреннее строение, структуру, то есть на уровне ее компонентов – с точки зрения их значимости для формирования целостных качеств. Анализ различных определений системы помогает выявить наиболее общие свойства систем, присущие каждому из этих уровней.

1. Целостные качества:

- всякая природная система взаимодействует с другими системами посредством входных и выходных «устройств»;
- всякая природная система реализует свой способ существования, целенаправленно продуцируя некоторый результат, в качестве которого могут выступать силы различной природы, информация, сигналы и управляющие команды, материальные объекты;
- система содержит (в каком-либо виде) информацию о продуцируемом ей результате и процессы взаимодействия с другими системами подчинены этому результату и протекают под его контролем;
- поведение системы может быть описано некоторой функцией (детерминистского или вероятностного характера) преобразование входных воздействий в выходные, которая в некотором смысле аккумулирует информацию о продуцируемом результате.

2. Конструктивно-функциональные качества:

- система имеет структуру и объединяет относительно элементарные объекты, организованные по принципу «сотрудничества», «иерархии», «соподчинения», «соперничества»;
- входные устройства осуществляют функции избирательного (в соответствии со спецификой способа существования) отражения внешней среды в элементах собственного «кода»;
- выходные устройства осуществляют функции преобразования входных воздействий в выходные факторы под контролем продуцируемого результата и в соответствии с особенностями способа существования;
- система имеет «устройства» преобразования факторов внешних воздействий и информации о «состоянии» продуцируемого результата;
- система может иметь каналы обратной связи между входными и выходными «устройствами», посредством которых реализуется функция самоорганизации.

В конечном счёте, системный подход предполагает описание того, что изучается в терминах общих и специальных теорий систем. По определению В.Н.Садовского общая теория систем решает задачи:

- обобщенного описания систем разных классов и типов,
- разработку специальных методов их анализа;
- выявления и теоретического описания закономерностей строения, поведения, функционирования и развития систем.

¹ Акофф Р.Л., Эмери Ф.И. О целеустремлённых системах. М.: Сов. Радио, 1973.

Специальные теории систем (биологических, технических, лингвистических, психических, экономических, геостратегических, политических, человекомашинных, физических, социальных и т.д.) выявляют специфику отдельного класса систем и многообразие различий как внутри класса, так и между классами систем. Наконец, частная теория систем изучает характеристики конкретной системы с практическими целями их использования.

Для развития теоретических и практических возможностей системного анализа различных явлений решающее значение имеет создание единой системной теории их описания, основанной на концепции всеобщей взаимосвязи. Такая теория должна отражать наиболее высокий уровень методологических положений, связанных в одно целое посредством системных принципов, и как совокупность глобальных идей она должна представлять собой идеализированную модель, объясняющую известные явления в их взаимодействии и характеристиках взаимосвязи (отношении порядка, иерархии, неопределенности; причинно-следственных, вероятностных, качественно-количественных отношений и др.), а также прогнозирующую еще не познанные явления.

Таким образом, системный подход предполагает в самом общем случае выделение и описание соответствующей системы в совокупности имманентных всякой системе качеств, а также специфических качеств, присущих данной системе. Вместо изучения отдельных процессов и явлений системный подход предписывает исследование системы, в которой реализуются эти процессы и явления. При этом качественная определенность системы характеризуется её способом существования и механизмами процесса его реализации, совокупностью законов целесообразного поведения, функцией целенаправленности, включенностью в процесс материального развития, объектным содержанием и т.д.

Плодотворность такого подхода заключается в том, что на основе наблюдаемых частных свойств, явлений и процессов, отдельных объектов возможно достаточно «мощное» теоретическое обобщение, а именно «построение» соответствующей непознанной пока системы в ее качественной определенности, что имеет важнейшее научно-практическое значение. В чем оно заключается? Выделив систему, определив изучаемый объект в системе, мы можем поставить основную исследовательскую задачу, сформулировать кардинальный вопрос – как устроена и как «работает» эта система? Ответ на этот вопрос, решение такой задачи и есть практика научного исследования, поскольку – это все, что необходимо для практических целей.

Именно поэтому системный анализ переводит науку, ее проблематику в практику использования научного знания, в решение практических задач. В то же время ответ на кардинальный вопрос – это все, что нужно для постановки комплексных научных проблем изучения интересующего нас явления, процесса, объекта, поскольку основой для этого служат известные обобщенные (инвариантные) фундаментальные системные качества, свойства, характеристики, то есть те, что принадлежат любой системе. При этом отпадает необходимость в схоластических спорах о том, с какой «стороны» рассматривать изучаемое явление, что при этом наиболее важно, а что – не очень. Анализ подчиняется строгим принципам и правилам.

В конечном счете, системный анализ представляет возможность исследовать различные объекты как принадлежащие конкретным системам; выявлять многообразие связей и отношений, имеющих место как внутри исследуемого объекта, так и в его взаимоотношениях с внешним окружением; описывать структуру объекта и его целостные интегративные свойства. Связанное научное описание таких возможностей и составляет содержание системной теории изучаемого объекта или локальной области природных явлений, а структура системного анализа преобразуется в структуру системной теории.

Важнейшим принципом системного анализа является также и принцип развития, позволяющий рассматривать эволюционную динамику процессов, структуры и функций, направленных на достижение некоторого результата. Динамические характеристики – это возможность аппроксимации настоящего в прошлое и будущее, которая позволяет реализовать другие неотъемлемые принципы анализа, такие как единство процесса и результата и целесообразности под- и надсистемных связей (отношений). Насколько адекватен общенаучный системный подход в экономике?

В экономике существует понятие экономической системы как совокупности всех экономических (?) процессов, происходящих в обществе на основе сложившихся в нём отношений собственности и хозяйственного механизма и в широком смысле трактуется как система общественного производства и потребления материальных благ. В любой экономической системе первичную роль играет производство в совокупности с распределением, обменом, потреблением. Во всех экономических системах для производства требуются экономические ресурсы, а результаты хозяйственной деятельности распределяются, обмениваются и потребляются. В то же время в экономических системах есть также элементы, которые отличают их друг от друга:

- социально-экономические отношения;
- организационно-правовые формы хозяйственной деятельности;
- хозяйственный механизм;
- стимулы и мотивации участников;
- экономические связи между предприятиями и организациями.

На этих основаниях выделяют типы экономических систем: традиционная, административно-командная, рыночная, смешанная. Из определения этих систем следует то, что они на самом деле являются

социально-экономическими образованиями, с одной стороны, а с другой – не являются системами в тех признаках, которые рассмотрены выше. Поскольку экономическая и социальная системы неразделимы, необходимо их изучать как единое целое в контексте социально-экономической системы. Социально-экономическая система (в соответствии с общенаучным определением системы) есть целостная совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих социальных и экономических институтов (субъектов) и отношений в контексте распределения и потребления материальных и нематериальных ресурсов, производства, распределения, обмена и потребления товаров и услуг.

Социально-экономическая система в самом общем случае определяется как сложная динамическая и недетерминированная (вероятностная) система, в которой осуществляются процессы производства, потребления и распределения общественных благ. Такого рода система возникает как эволюционный «скачок» в результате образования между элементами систем связей синергетического характера, когда целое приобретает качества, не присущие ни одному из отдельно взятых элементов. Новые качества позволяют добиваться эффекта значительно большего, чем сумма эффектов элементов системы. Будучи относительно автономной, социально-экономическая система остаётся зависимой (в той или иной степени) от окружающей среды в силу массовости экономических и социальных процессов, их динамичности, неопределённости и случайности.

Жизнеспособная социально-экономическая система относится к классу хорошо организованных систем, существование которых подчиняется законам управления. Управляемость социально-экономической системы позволяет ей активно реагировать на изменения окружающей среды, выбирая адекватные средства реагирования в отношении к собственной стратегии. Этому способствует целостность системы, обусловленная взаимозависимостью её элементов, когда изменение любого компонента системы влияет на другие компоненты и приводит к изменению системы в целом. В развитии социально-экономических систем значительную роль играет выбранный способ производства, хозяйствования, методы создания материальных благ и распределения ресурсов.

Социально-экономическая система, будучи относительно автономной, локализована в пространстве и времени по отношению к другим системам. Другими словами, она имеет определенные исторические, географические, этнические, духовные, политические и экономические границы. Это, в свою очередь, означает, что она может воплощаться в конкретных государственно-политических образованиях или в форме иных общественно-государственных институтов. Существование социально-экономических систем представляет собой циклический процесс с характерными для него кризисами, когда наступает крайнее обострение противоречий, угрожающее ее жизнеспособности. Кризис может быть и этапом в развитии социально-экономической системы, необходимым для устранения напряжений и дезорганизации в ней.

В самом общем случае возможно антикризисное управление, основанное на прогнозировании кризисов, их профилактике, компенсации потерь, на разработке стратегий, позволяющих достигать конкурентных преимуществ с учетом рисков; на формировании антикризисной команды менеджеров и реализации программы по выходу из кризиса, если он наступил и возможно банкротство. Для хорошо организованной системы важнейшей составляющей способа её существования является направленность на развитие, когда приобретаются новые качества, необходимые для прогрессивных перемен, приспособления к новым условиям среды, которое характеризует изменения в предметах, средствах труда и в самом человеке¹. Менеджмент развития должен основываться на современных теоретических разработках.

Феномен социально-экономической системы состоит в том, что такая систематизация общественных процессов позволяет наиболее эффективно разрабатывать организационный ресурс общественного развития, если правильно поставлена цель. Цель создания и функционирования социально-экономической системы – обеспечение условий развития человеческого потенциала (как важнейшего ресурса) в контексте эволюции человека и инновационного общества. Системообразование предполагает управление, которое необходимо, когда возникают проблемы на пути к достижению цели. Для современной управленческой и экономической теории характерен ряд общих тенденций, обусловленных связью социально-экономических, культурно-исторических и природно-экологических процессов развития, наличием многообразия инструментов воздействия на управляемые системы. Разработка проектов социально-экономических систем должна основываться на принципе единства:

- производства и потребления;
- труда и досуга;
- аграрного и промышленного производства;
- инвестиций и инноваций;
- уровня и качества жизни людей в контексте ИРЧП.

Управление развитием социально-экономических систем – это управление инновационными процессами в них. В качестве механизмов управления выступают механизмы: анализа ситуаций, прогнозов, обнаружения и предвидения проблемных ситуаций, стратегических и оперативных решений, формирования общественного мнения, разработки стратегий, концепций и программ, планирования, организации конкур-

¹ Бузгалин А.В., Колганов А.И. Теория социально-экономических трансформаций (Прошлое, настоящее, будущее экономик «реального социализма» в глобальном постиндустриальном мире). М.: ТЕИС, 2003.

сов, подготовки кадров, инвестирования, принятия нормативно-правовых актов, создание привлекательного имиджа управленцев, проектирование будущего и конструирование настоящего.

В конечном счёте, актуально и насущно необходимо конструирование социально-экономического пространства труда и досуга людей в инновационном обществе в условиях становления России как гражданского общества. Особенности его таковы, что они требуют создания и реализации новых и эффективных средств развития человеческого потенциала, успешная разработка которого (как государственного ресурса) способна увеличивать благополучие населения страны. Важно то, чтобы пространство труда-досуга конструировалось как фактор развития человеческого потенциала за счёт всестороннего развития личности человека в едином процессе его плодотворной жизнедеятельности. На основе такой идеологемы можно проектировать некую глобальную для страны в целом, стремящейся сохранить свой суверенитет, социально-экономическую систему, в которой гарантирована свобода социально ценной творческой деятельности личности, гарантированы необходимые и достаточные условия для её осуществления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Понукалин А.А. Инноватика: естественнонаучные и гуманитарные основания / А.А. Понукалин // Инновации. СПб, 2008. №10. С. 57-63.

Понукалин Алексей Алексеевич – доктор социологических наук, профессор кафедры «Психология» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Aleksey A. Ponukalin – Dr. Sc., Professor, Department: Psychology Gagarin Saratov State Technical University

Понукалина Оксана Викторовна – доктор социологических наук, профессор, заведующая кафедрой «Экономическая социология» Саратовского государственного экономического университета

Oksana V. Ponukalina – Dr. Sc., Professor, Head of Department: Economic Sociology, Saratov State Economic University

Статья поступила в редакцию 01.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 331.104

О.В. Мраморнова

СОДЕРЖАНИЕ КАТЕГОРИИ «СОЦИАЛЬНО-ТРУДОВЫЕ ОТНОШЕНИЯ»

Представлен авторский подход к проблеме определения содержания категории «социально-трудовые отношения», необходимость обращения к которой обусловлена неоднозначностью трактовок этого понятия в экономической литературе. Предложенная классификация социально-трудовых отношений, включающая первичные и вторичные отношения, позволяет включить в структуру этих отношений все элементы, тем самым обеспечивая системность рассмотрения этой сложной категории.

Социально-трудовые отношения, категория, всеобщие, общие и специфические социально-трудовые отношения

O.V. Mramornova

THE CONTENT OF CATEGORY «LABOUR RELATIONS»

The author presents her approach to the problem of defining the content of the category «labor relations» caused by the ambiguity of interpretation of the concept in the economic literature. The proposed classification of labour relations including primary and secondary relationships, allows to include all the elements in the structure of these relations, and thus provide a systematic review of this complex category.

Labour relations, category, content, structure, universal, general and specific labour relations

Проблема социально-трудовых отношений и их развития в современных российских условиях активно обсуждается в отечественной экономической литературе. Значительный интерес к социально-трудовой проблематике среди российских ученых обусловливается во многом тем, что многие аспекты социально-трудовых отношений с переходом нашей страны к рыночной экономике возникают практически заново, требуют быстрейшего решения, а подобный опыт отсутствует. В экономической литературе нет единства мнений по поводу содержания понятия «социально-трудовые отношения», подходы отечественных ученых существенно отличаются от взглядов зарубежных специалистов.

В советский период термин «социально-трудовые отношения» отсутствовал. В теории утверждалось, что классы и социальные группы не противостоят друг другу, декларировалась общность их интересов, что делало неактуальным использование этого термина, предполагающего определенное различие интересов субъектов данных отношений.

В силу этого исследование реально существовавших проблем социально-трудовых отношений в советский период было фрагментарным, неполным. Современный период характеризуется обострением противоречий в социально-трудовых отношениях, появились противопоставленные друг другу классы, отчуждение рядового труженика от собственности, эксплуатация (в терминах К. Маркса), что актуализирует исследование данных проблем и, прежде всего, разработки четкого категориального аппарата.

В западной литературе трудовые отношения обычно сводятся к отношениям на рынке труда. Однако, по мнению В. Куликова, возможна и иная интерпретация: на рынке отношения между работником и работодателем только начинаются, продолжаясь далее в процессе труда и касаясь таких важных для их субъектов проблем, как организация и нормирование, условия и охрана труда, система заработной платы и т.п. В прямой связи с трудовыми отношениями находится личное потребление работника, в сфере которого осуществляется воспроизводство как его, так и его семьи. Трудовые отношения, таким образом, шире, чем отношения на рынке труда и в процессе труда: помимо этого, они включают важные социальные аспекты, в том числе и систему социальной защиты [1].

Такая расширительная трактовка трудовых отношений, как представляется, нуждается в определенном уточнении – необходимо разграничение трудовых отношений, возникающих непосредственно в самом процессе труда и продолжения трудовых отношений за пределами непосредственно процесса труда, то есть сфера социальной защиты, потребления, рекреации и т.д. Тогда социально-трудовые отношения непосредственно в самом процессе труда могут быть названы первичными, а за пределами процесса труда – вторичными, производными трудовыми отношениями. Первичные социально-трудовые отношения возникают непосредственно между работодателем и наемным работником (отношения занятости, организации и оплаты труда). Вторичные возникают вне процесса общественного труда, но непосредственно с ним связаны (отношения по первичной профессиональной подготовке работников в учебных заведениях, социальная защита населения, пенсионное обеспечение и т.д.).

Вторичные отношения возникают уже не непосредственно между работодателем и наемным работником, однако эти отношения тесно связаны с трудовой деятельностью или предшествуют ей (профессиональное образование – до включения человека в трудовую деятельность), или существуют на завершающей стадии жизненного цикла человека (пенсионное обеспечение), или осуществляются параллельно трудовой деятельности человека (рекреационное обслуживание работников руководством предприятия или профсоюзами).

Представляется, что социально-трудовые отношения занятости, организации и вознаграждения за труд могут быть отнесены к первичным и по причине их всеобщности, инвариантности, т.к. эти отношения существовали всегда, на любой стадии развития человеческого общества, без них невозможно осуществление процесса производства, т.е. эти отношения носят всеобщий характер. Отношения на рынке труда возникают в условиях рыночной организации общественного производства. Однако в условиях рыночной экономики, когда внеэкономическое принуждение к труду сменяется экономическим, они приобретают важнейшее значение. Эти отношения можно отнести к категории общих (так же как и отношения по социальной защите населения). Социально-трудовые отношения в каждой отдельной стране в определенный момент времени, подвергаясь воздействию природно-климатических, политических, социокультурных и иных факторов, выступают как специфические отношения.

Содержание и структура современных социально-трудовых отношений достаточно полно отражены в современной экономической литературе [2]. В издании под редакцией Г.Г. Меликьяна и Р.П. Колосовой социально-трудовые отношения определены как объективно существующие взаимозависимость и взаимодействие субъектов этих отношений в процессе труда, нацеленные на регулирование качества трудовой жизни [2]. Однако представляется, что данное определение применимо лишь к современному этапу экономического развития. Содержание трудовых отношений претерпевало значительные изменения при переходе от первобытно-общинного к рабовладельческому, феодальному, капиталистическому, связанному с развитием индустриального способа производства и, наконец, к современному, постиндустриальному этапу развития общества. Поэтому этой категории можно дать, по нашему мнению, как всеобщее, так и общее определение. В связи с этим социально-трудовые отношения можно определить как отношения, которые

складываются между субъектами этих отношений в процессе их взаимодействия, взаимовлияния и взаимозависимости в связи с осуществлением трудовой деятельности (всеобщее определение). Вместе с тем общее, относящееся к современному этапу общественного развития, определение нам представляется необходимым несколько расширить по сравнению с приведенным выше (Г.Г. Меликьян, Р.П. Колосова). Ведь работник для того, чтобы эффективно выполнять свои профессиональные обязанности, должен иметь возможность полноценного отдыха, воспроизводства своей рабочей силы, а размер его пенсии по старости напрямую зависит от получаемой им сегодня заработной платы. В силу этого социально-трудовые отношения никак не удастся ограничить непосредственно рамками трудовой деятельности индивида. Поэтому, принимая во внимание не только первичные, но и вторичные, производные социально-трудовые отношения, термин социально-трудовые отношения можно определить как объективно существующие взаимозависимость и взаимодействие субъектов этих отношений в процессе труда и связанными с ним сферами деятельности, направленными на реализацию целей предприятия, и регулирование качества трудовой и связанных с ней сфер жизни индивида (общее определение).

В современной отечественной литературе отсутствует единство мнений относительно соотношения понятий «трудовые отношения» и «социально-трудовые отношения», а также классификации этих отношений. По мнению В.В. Куликова, если оговорено, что трудовые отношения не ограничиваются рынком труда, а понимаются более широко, рассматриваемые термины становятся тождественными [1].

С.Г. Землянухина предлагает иное понимание и классификацию социально-трудовых отношений. Согласно ее подходу, трудовые отношения как система включают в себя социально-трудовые, организационно-трудовые и технико-трудовые отношения. Трудовая деятельность является предметом исследования и физиологии труда, которая изучает изменения физиологических процессов и функциональных состояний организма под влиянием трудовой деятельности, и психологии труда, изучающей закономерности психической деятельности людей в труде, и эргономики, и других наук. Поэтому, вероятно, можно говорить и о психолого-трудовых отношениях и т.п. [3].

Существует различие мнений и в вопросе о субъекте трудовых отношений. Согласно мнению В.В. Куликова, у трудовых отношений два субъекта – работодатель и наемный работник. Другая точка зрения, имеющая большее количество сторонников, заключается в том, что этих субъектов три: кроме названных двух, еще государство. В.В. Куликов отмечает, что государство, разумеется, может хозяйствовать, предоставлять рабочие места, однако в этом случае оно выступает именно в роли работодателя, является одной из его разновидностей, находится в одном ряду с прочими работодателями и подчиняется тем же законам рынка, что и все они. А значит, субъектов трудовых отношений все же два – работодатель и наемные работники. В тех же случаях, когда государство как особый общественный институт тем или иным способом воздействует на трудовые отношения, оно остается вне этих отношений, не реализует себя в качестве их субъекта. Сторонники тройственности субъектов трудовых отношений считают, что если бы государство не входило в число этих субъектов, оно бы не смогло проводить активную социальную политику. Невозможен был бы, по их мнению, и развитый в ряде стран институт трипартизма [1].

Мы разделяем точку зрения, согласно которой государство является полноправным субъектом социально-трудовых отношений, так как оно создает «правила игры» в сфере социально-трудовых отношений, социального партнерства, выступает арбитром в случае возникновения конфликтных ситуаций в этой сфере, выступает одной из сторон в договорном процессе, осуществляемом на основе трипартизма. На основе трипартизма функционирует и Международная Организация Труда – высший международный орган регулирования трудовых отношений – поэтому неправомерно не считать государство субъектом социально-трудовых отношений [4].

Представляется, что недостаточное исполнение институтом государства как субъектом социально-трудовых отношений своих функций наряду со слабостью института профсоюзов приводит ко многим негативным явлениям в этой сфере в современный период – одному из самых высоких в мире уровней дифференциации доходов населения, задержкам выплаты заработной платы, увеличению продолжительности рабочего времени за рамки установленного законом и т.д.

Социально-трудовые отношения имеют объективный и субъективный уровни существования. Представляется, что объективный уровень исторически предшествует субъективному. Хозяйственная практика человека порождает объективные отношения. Сознательное воздействие людей на социально-трудовые отношения, стремление к их усовершенствованию связано с субъективизацией этих отношений, что выражается, в частности, в социальной политике – мерах целенаправленного воздействия на социально-трудовые отношения.

Важным элементом системы социально-трудовых отношений выступают институты, т.е. правила, нормы, в соответствии с которыми эти отношения формируются, наделяются теми или иными особенностями. Д. Норт дает такое определение: «Институты – это правила, механизмы, обеспечивающие их выполнение, и правила поведения, которые структурируют повторяющиеся взаимодействия между людьми» [5]. При этом институты разграничиваются на формальные структуры (правила) и неформальные нормы (традиции и обычаи). В современной экономической литературе отмечается, что особое значение необходимо

уделять соотношению формальных и неформальных институтов, поскольку данный вопрос наименее исследован не только в экономической теории вообще, но и в рамках неинституционального направления, в частности [6].

Исследование содержания категории «социально-трудовые отношения» предполагает обращение к современным теориям общественного развития, показывающим изменение содержания и роли труда в обществе, и, соответственно, трудовых отношений. Это теории постиндустриального, информационного общества, постмодернизма, а также концепция постэкономического общества, разработанная В. Иноземцевым. Согласно этой теории, «экономическим» может быть названо общество, которое можно обозначить прилагательным «modern», начиная со времен становления классовых обществ до формирования основ постиндустриальной цивилизации, когда важнейшее значение для поведения человека имеют материальные интересы, выраженные в специфическом виде интерперсональных возмездных отношений. Изменение окружающего мира, порождаемое изменением самого человека, новый тип социального взаимодействия представляется наиболее важной чертой современной эпохи. Основой для постэкономического общества, по утверждению В. Иноземцева, является переориентация интересов человека на задачи развития собственной личности; не мотивированная утилитарными потребностями деятельность способна изменить социальную структуру в гораздо большей мере, чем десятилетия революционных потрясений. Формирование общества, основанного на надутилитарно мотивированной деятельности, которую ученый называет творчеством в противоположность труду, вызывает радикальные изменения как в механизмах хозяйственного взаимодействия, так и в оценке самими творческими личностями целого ряда социальных отношений, приводит к фактическому преодолению тех феноменов отчуждения и эксплуатации, которые казались неустранимыми на путях эволюционного развития общества. Эксплуатация устраняется не столько по мере привнесения более «справедливых» принципов в систему распределительных отношений или передачи средств производства в собственность работников, сколько в соответствии с изменением мотивационной структуры деятельности. С распространением творческой активности становится все более очевидным, что деятельность, целью которой выступает не присвоение материальных благ, а самосовершенствование личности, не может, по мнению В.Л. Иноземцева, быть эксплуатируемой в том смысле, который вкладывался в это понятие в экономическую эпоху. Снятие противоречий экономического общества, обретение обществом возможности перехода к постэкономическому состоянию требует преодоления труда как основной формы человеческой деятельности. Таковое, однако, возможно лишь тогда, когда материальные интересы перестанут составлять основу системы ценностей и предпочтений индивида [7]. На наш взгляд, не вполне правомерно противопоставлять труд и творчество, так как любой труд в большей или меньшей степени включает творческие элементы, а любые творческие замыслы могут быть реализованы лишь только в процессе напряженной трудовой деятельности. Более правильно было бы говорить о возрастании творческой компоненты труда в процессе формирования постиндустриального общества. Вместе с тем изменения, происходящие в труде, в личности человека и в обществе в целом, справедливо отмечаемые В. Иноземцевым, обязательно должны быть учтены при исследовании и управлении сферой труда в процессе модернизации российской экономики.

Таким образом, проведенное исследование показало сложность и неоднозначность категории «социально-трудовые отношения», что обуславливает различие точек зрения ученых по поводу содержания понятия «социально-трудовые отношения», подходы отечественных исследователей существенно отличаются от взглядов зарубежных специалистов. Также в современной отечественной литературе отсутствует единство мнений относительно соотношения понятий «трудовые отношения» и «социально-трудовые отношения», субъектах этих отношений. Автор разделяет точку зрения о тройственности субъектов социально-трудовых отношений, а понятия «трудовые отношения» и «социально-трудовые отношения» рассматривает как синонимы.

Термину «социально-трудовые отношения» можно дать как всеобщее определение (соответствующее этим отношениям на всех этапах развития человеческого общества), так и общее (соответствующее рыночной экономике на современном этапе ее развития).

Нами предложена двойственная классификация социально-трудовых отношений: во-первых, можно выделить всеобщие, общие и специфические отношения. Всеобщие (занятости, организации и оплаты труда) присущи всем стадиям развития человеческого общества; общие (отношения рынка труда, система социальной защиты) – рыночной организации производства; специфические существуют в каждой конкретной системе производственных отношений. Во-вторых, социально-трудовые отношения могут быть определены как первичные (возникающие непосредственно между работодателем и работником), и вторичные, производные, возникающие вне процесса общественного труда, но непосредственно с ним связанные (профессиональная подготовка к трудовой деятельности, пенсионное обеспечение, социальная защита и др.).

Формирование постиндустриального общества, экономики знаний приносит кардинальные изменения в систему социально-трудовых отношений, трансформируя традиционные отношения между работ-

ником и работодателем, значительно усиливая элементы творчества и самостоятельности человека в процессе труда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Куликов В. Концептуальные основы современной экономики труда / В. Куликов // Российский экономический журнал. 2000. № 11-12. С. 56-67.
2. Экономика труда и социально-трудовые отношения / под ред. Г.Г. Меликьяна и Р.П. Колосовой. М.: Изд-во МГУ, ЧеРо, 1996. 623 с.
3. Землянухина С.Г. Система и структура трудовых отношений: методологические аспекты / С.Г. Землянухина // Система трудовых отношений: итоги реформирования и перспективы развития: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Саратов: СГТУ, 2002.
4. Мраморнова О.В. Социально-трудовые отношения: традиции и формирование современной модели. Ч.1. Традиции / О.В. Мраморнова. Саратов: СГТУ, 2004. 136 с.
5. Норт Д. Институты и экономический рост. Историческое введение / Д. Норт // THESIS.1993. Вып. 2. С. 71-79.
6. Шаститко А.Е. Неинституциональная экономическая теория / А.Е. Шаститко. 2 изд., перераб. и доп. М.: Экономический факультет, ТЕИС, 1999. 465 с.
7. Иноземцев В.Л. За пределами экономического общества / В.Л. Иноземцев. М.: ACADEMIA, 1998. 640 с.

Мраморнова Ольга Владимировна – доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры Экономическая теория и экономика труда» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Olga V. Mramornova – Dr. Sc., Associate Professor, Professor Department of Economic Theory and Labour Economics Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 01.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 338.33

И.Е. Крысина, Н.Н. Елистратова

ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ КАК БАЗОВАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФОРМИРОВАНИЯ РАБОЧЕЙ СИЛЫ

Статья посвящена проблемам народонаселения Российской Федерации, которое связано напрямую с формированием рабочей силы. Авторы уделяют внимание серьезным негативным причинам, снижающим здоровье населения, и формулируют ряд мероприятий, которые могут при условии их реализации изменить состояние здоровья населения в Российской Федерации.

Формирование рабочей силы, рождаемость, смертность, естественный прирост населения, заболеваемость населения, государственные программы

I.E. Krysina, N.N. Elistratova

HEALTH OF THE POPULATION AS THE BASIC CHARACTERISTIC OF LABOUR FORMATION

The article deals with the issues of human population of the Russian Federation which are directly related to labour formation. The authors address the dramatic negative causes undermining people's health, and draft a number of measures that may change (provided they are implemented) the state of health of the population in the Russian Federation.

Labour formation, birth rate, death rate, natural population growth, disease rate, state programs

Здоровье населения является одной из главных ценностей общества, показателем его социального благополучия, важной составляющей устойчивого развития страны. Согласно уставу Всемирной организации здравоохранения, здоровье – состояние, характеризующееся не только отсутствием болезней или физических дефектов, но и полным физическим, духовным и социальным благополучием. Оно способствует ак-

тивизации всех видов жизнедеятельности человека: трудовой, хозяйственной, бытовой, медико-социальной и др. Здоровые люди стремятся получить образование, продуктивнее работают и пытаются приумножить собственное благосостояние.

Среди критериев общественного здоровья наиболее информативными и достоверными являются медико-демографические показатели: рождаемость, смертность, естественный прирост населения, ожидаемая продолжительность жизни, а также заболеваемость населения. По их величине и динамике обычно делают выводы о санитарно-эпидимическом благополучии населения и потенциальных возможностях дальнейшего развития общества.

Состояние здоровья населения оказывает влияние на все стадии воспроизводства рабочей силы, создавая определенный фон происходящим изменениям. При этом самым мощным фактором, задающим тренд формирования и количественных и качественных характеристик рабочей силы, являются условия естественного воспроизводства населения, благодаря которым закладываются основы, прежде всего, физической составляющей трудового потенциала.¹

Воспроизводство рабочей силы представляет собой непрерывное восстановление и поддержание физических и умственных способностей человека, постоянное возобновление и повышение его профессионально-квалификационного и образовательного уровня. Как любой производственный процесс оно проходит четыре стадии: формирование, распределение, обмен и потребление (использование). Все стадии по своему важны и значимы для обеспечения экономического роста.

Процесс формирования рабочей силы происходит путем:

- естественного воспроизводства населения;
- приобретения способности к труду посредством системы общего, специального и высшего образования, профессиональной подготовки;
- восстановления и развития способностей к труду в процессе трудовой деятельности.

Распределение и обмен рабочей силы осуществляется в соответствии со спросом и предложением на рынке труда при участии работодателей, наемных работников и государства, а также непосредственно на предприятии (наем, ротация работников, увольнение и т.п.).

Потребление рабочей силы осуществляется непосредственно на рабочем месте в процессе труда и зависит от общего количества проживающих в стране.²

Количество населения в России и в мире меняется от этапа к этапу. С начала 90-х годов в России наблюдается демографический кризис, население страны сокращается в среднем на 0,5 млн. чел в год, что непосредственно сказывается на количестве трудовых ресурсов, являющихся носителями рабочей силы.

В 1991-1992 гг. смертность в нашей стране сравнилась с рождаемостью, а вскоре и значительно превысила ее (рис. 1).

Отметим, что в настоящее время суммарный коэффициент рождаемости в России устойчиво составляет 1,4-1,54³, однако для простого воспроизводства населения необходимо значение 2,11-2,15. По европейским меркам уровень рождаемости в России нельзя назвать беспрецедентно низким, столь низкая рождаемость наблюдается во многих развитых странах Запада. Например, на 2009 год суммарный коэффициент рождаемости составил: Нидерланды – 1,79, Дания – 1,84, Финляндия – 1,86, Швеция – 1,94, Франция – 1,98, Норвегия – 2,0. Несмотря на то, что показатель не достиг уровня 2,11 – 2,15, в этих странах в последние десятилетия наблюдается естественный прирост населения, а не убыль, как в России.

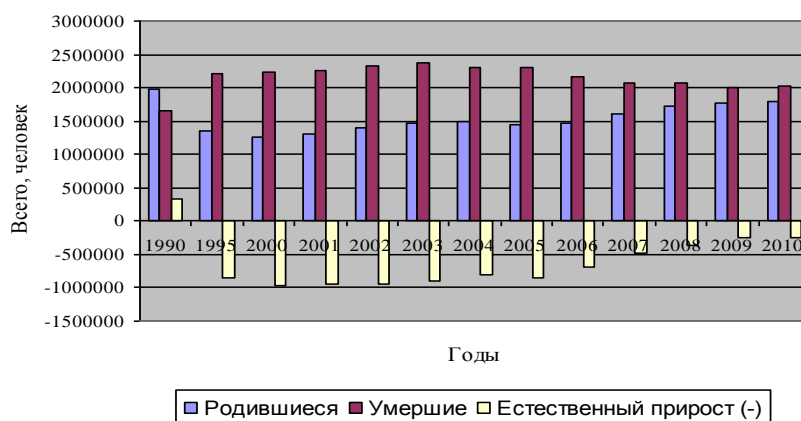


Рис. 1. Рождаемость, смертность и естественный прирост населения (тыс. чел.)⁴

¹Козлов Ю.Н. Формирование и использование рабочей силы на фоне ухудшения здоровья населения // Уровень жизни населения регионов России. 2011. №1. С. 93.

²Одогов Ю.Г., Руденко Г.Г., Бабынина Л.С. Экономика труда. Т.1. С. 297.

³ Там же.

⁴ Россия в цифрах. Федеральная служба государственной статистики. <http://www.gks.ru/>

Укрепление статуса семьи, ряд мер по стимулированию рождаемости, поддержка многодетных семей, улучшение материального положения женщин в период беременности и после рождения ребенка приводят к постепенному улучшению сложившейся демографической ситуации. Однако изменения носят долговременный характер, т.е. реальные результаты появятся через 20-25 лет.

Что касается уровня смертности в России, то он действительно аномально высок. Коэффициент смертности в России с 11,2 промилле в 1990 году увеличился до 16,4 в 2003 году, а в 2010 составил 14,2 промилле. (рис. 2). Подобные показатели смертности (более 15) встречаются только в пораженных ВИЧ странах Тропической Африки. В развитых странах значения коэффициента изменяются в пределах 8,1-8,8: в Нидерландах, 8,4-9,1 во Франции, 9,1-9,5 в Финляндии, 9,7-10,5 в Швеции, 9,9-10,9 в Дании. Таким образом, уровень смертности в России в 1,6-1,9 раза выше по сравнению с развитыми странами, что отрицательно сказывается не только на формировании рабочей силы, но и на демографической ситуации в стране в целом.

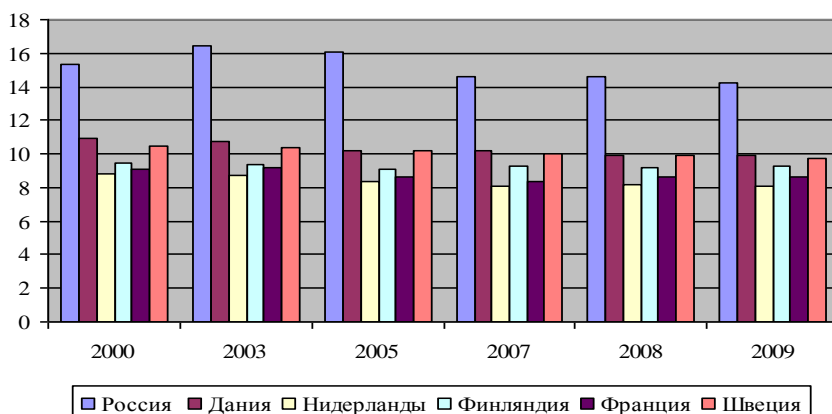


Рис. 2. Коэффициент смертности (на 1000 чел. населения)¹

Что касается младенческой смертности, то ситуация также оставляет желать лучшего. Несмотря на достаточно устойчивое снижение показателя (со значения 15,3 в 2000 г. до 8,1 в 2009,) он остается 2-3 раза выше, чем в развитых странах Запада. (табл. 1).

Таблица 1

Коэффициент младенческой смертности
(число умерших в возрасте до одного года на 1000 родившихся живыми)

Страна	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Россия	15,3	12,4	11,6	11,0	10,2	9,4	8,5	8,1
Дания	5,3	4,4	4,4	4,4	3,8	4,0	4,0	3,1
Нидерланды	5,1	4,8	4,4	4,9	4,4	4,1	3,8	3,8
Финляндия	3,8	3,1	3,3	3,0	2,8	2,7	2,6	2,6
Франция	4,4	4,0	3,9	3,6	3,6	3,6	3,6	3,7
Швеция	3,4	3,1	3,1	2,4	2,8	2,5	2,5	2,5

Младенческая смертность в большинстве случаев связана с многочисленными и тяжело протекающими инфекциями, отсутствием внимания к беременной женщине, ее неправильным образом жизни и питанием, дефектами режима, неправильным уходом и питанием младенца. Причины, приводящие к этому, следующие:

- низкий уровень здоровья родителей;
- злоупотребление спиртными напитками;
- табакокурение;
- распространение инфекционных заболеваний (туберкулез, гепатит, ВИЧ-инфекция, заболевания, передающиеся половым путем и т.д.);
- неблагоприятная экологическая ситуация в стране, которая обуславливает развитие и прогрессирующее многих заболеваний, сдвиг в состоянии иммунитета;
- неблагоприятные жилищные и материально-бытовые условия значительной части населения, тенденции к социальному расслоению общества.

Одним из критериев оценки здоровья населения является также его заболеваемость.

Доля новорожденных, имеющих при рождении те или иные заболевания, увеличилась за последние 30 лет почти в 5 раз и составляет в настоящее время более одной трети от общего числа детей, родившихся живыми (табл. 2).

¹ Россия в цифрах. Федеральная служба государственной статистики. <http://www.gks.ru/>

Таблица 2

Состояние здоровья новорожденных в Российской Федерации¹

	980	990	995	000	005	006	007	008	009	010
Родилось детей больными или заболели (массой тела 1000 г. и более)										
всего, тыс. человек	69,0	88,6	83,3	74,1	75,9	80,0	14,3	28,0	25,8	24,0
в процентах от числа детей, родившихся живыми	,9	4,8	8,5	8,0	0,7	9,8	9,0	7,3	6,1	5,5

Наиболее интенсивно развиваются у новорожденных:

- болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм;
- болезни нервной системы (в том числе детский церебральный паралич);
- болезни органов дыхания болезни органов пищеварения;
- врожденные аномалии (пороки развития), деформации и хромосомные нарушения;
- травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин.

Таким образом, дальнейшее развитие детей – потенциальной рабочей силы происходит при имеющихся недостатках их физического развития, что существенно затрудняет формирование трудовых и иных навыков.

Также не вселяет надежду на изменение ситуации здоровье школьников, значительно ухудшившееся за последние 10 лет. В соответствии с Законом РФ «Об образовании» здоровье школьников относится к приоритетным направлениям государственной политики в сфере образования. По данным Минздрава России, лишь 14% детей практически здоровы, более 50% имеют различные функциональные отклонения, 35-40% – хронические заболевания. Из миллиона относительно здоровых детей, приходящих в первый класс, уже через девять месяцев у каждого четвертого (250 тыс.) выявляются отклонения в функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы. В России лишь 10% выпускников школ могут считаться здоровыми. За период обучения в общеобразовательных учреждениях среди учащихся в пять раз увеличивается число нарушений органов зрения, в три раза – патология органов пищеварения, в пять раз – нарушение осанки, в четыре раза – нервно-психических расстройств. Самый значительный рост заболеваемости (в 1,5 раза) за последние 10 лет отмечается среди подростков старшей возрастной группы (15-17 лет). Анализ результатов общероссийской диспансеризации свидетельствует о том, что эта возрастная группа может быть охарактеризована как критическая.²

Это связано во многом с нарушением образа жизни, с несоблюдением самых разных элементарных мероприятий, которые направлены на поддержание здоровья. Сегодня дети практически не гуляют, большую часть времени проводят за компьютером. Негативное воздействие на здоровье оказывает широко распространенная реклама пива, фаст-фудов и других продуктов.

Следовательно, вступая в трудоспособный возраст, большая часть молодежи не в состоянии полноценно участвовать в производственной деятельности. Это в значительной степени осложняет карьерный рост, не способствует повышению производительности труда, снижает трудовую мотивацию.

Таким образом, чтобы формировать рабочую силу, необходимо кардинально изменить состояние базовой характеристики, то есть состояние здоровья населения. Для этого следует предпринять ряд мер.

Во-первых, необходимо изменить политику по отношению к семье. Улучшить материальное положение молодых семей, помочь им решить жилищный вопрос, должна быть решена проблема дефицита мест в детских садах, усилена государственная поддержка семей с детьми. Согласно предвыборной программе В.В. Путина, семья должна стать центром государственной политики. Государство обязано создать условия, чтобы каждый мог обеспечить достойный уровень жизни своей семьи за счёт своего труда и предпринимательства, чтобы каждый человек в максимальной степени мог реализовать свои возможности и свой потенциал.³ Все это должно способствовать увеличению уровня доходов, повышению уровня и качества жизни, что, в свою очередь, создаст возможность обеспечить благоприятные для сохранения здоровья условия жизни, полноценное питание, отдых, то есть осуществлять возмещение затрат рабочей силы и её воспроизводство.

Во-вторых, необходимо кардинально изменить отношение общества к своему здоровью.

Очевидно, что ухудшение здоровья ведет к снижению работоспособности и конкурентоспособности работника, значительной потере рабочего времени, исчисляемой сотнями миллионов рабочих дней. По-

¹ Россия в цифрах. Федеральная служба государственной статистики. <http://www.gks.ru/>

² Особенности состояния здоровья современных школьников. Материалы к докладу «Школа – 2020. Какой мы ее видим». М., 2008.

³ Путин 2012. Предвыборная программа Всероссийской политической партии «Единая Россия» (на выборах президента России 4 марта 2012 года). <http://putin2012.ru/program>

этому и государство, и работодатель, да и сам работник заинтересованы в полном и эффективном воспроизводстве здоровья рабочей силы.

В западных странах поддержание собственного здоровья является достаточно популярным направлением. В нашем обществе не сформировалось еще сознательное поведение по отношению к своему здоровью, как базовой ценности, предопределяющей сущность жизненного пути человека. Еще до конца не осознана роль здоровья в достижении экономического процветания, и слабое здоровье пока не воспринимается населением в качестве серьезного препятствия, затрудняющего достижение жизненного успеха.

До 2020 года в России планируется повысить расходы на здравоохранение до уровня развитых стран. На сегодняшний день государственные расходы на здравоохранение составляют 3,8% от ВВП (включая физкультуру и спорт), тогда как в развитых странах этот показатель в 1,5 – 2 раза выше. Например, во Франции он составляет 8,8% от ВВП, в Дании – 8,4%, в Швеции – 7,5%, в Нидерландах – 7,4%.

Государством также ставятся задачи до 2020 года сократить уровень смертности и увеличить среднюю продолжительность жизни населения России. Это потребует системных изменений в организации медицинской помощи, технического перевооружения медицинских организаций, качественного изменения кадрового потенциала здравоохранения, создания таких условий, чтобы люди имели возможность и сами стремились поддерживать свое здоровье за счет профилактики заболеваний, занятий физической культурой и спортом. Регулярные занятия физкультурой и спортом, отказ от вредных привычек должны стать нормой жизни для всех.

Отметим, что государственная пропаганда здорового образа жизни привела к тому, что, в 2 раза увеличилась численность занимающихся в физкультурно-оздоровительных клубах, секциях и группах: с 12803,4 тыс. чел. в 2000 г. до 26262,3 тыс. чел. в 2010 г. В последнее десятилетие возросло число спортивных сооружений (дворцы спорта, легкоатлетические и футбольные манежи, спортивные залы, плавательные бассейны и другие сооружения) с 198304 в 2000 г. до 247955 в 2010 г. Это свидетельствует о популяризации спортивного стиля жизни, быть здоровым становится модно и выгодно.

В третьих, необходимо улучшить материальную базу школьников, так как именно в школьном возрасте происходит формирование потенциалов рабочей силы.

В школьный период формируется здоровье человека на всю последующую жизнь. Многое здесь зависит от семейного воспитания, но, учитывая, что дети проводят в школе значительную часть дня, заниматься их здоровьем должны, в том числе, и в школе.

Большее внимание необходимо уделить качественной организации сбалансированного горячего питания, медицинского обслуживания и спортивных занятий школьников. На улучшение здоровья школьников в значительной степени могут повлиять своевременная диспансеризация, реализация профилактических программ, организация внеурочных спортивных мероприятий, обсуждение с детьми вопросов здорового образа жизни. Важно перейти от одинаковых для всех требований к состоянию здоровья к индивидуальному мониторингу и программам развития и поддержания здоровья учащихся. Отметим, что важно не только охранять детское здоровье, гораздо важнее пробудить в детях желание заботиться о своем здоровье. Для реализации поставленных задач требуется новая школьная инфраструктура. Нужны новые по архитектуре и дизайну привлекательные школьные здания; современные столовые здорового питания; оснащенные новым оборудованием актовые и спортивные залы; медиацентры и библиотеки; комфортная школьная гигиена и организация медицинского обслуживания.¹

Таким образом, все эти меры будут способствовать формированию здоровья населения как основы формирования рабочей силы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Землянухина Н.С. Здоровье как направление инвестиций в человеческий капитал и фактор конкурентоспособности работников / Н.С. Землянухина // Социально-трудовая сфера на этапе посткризисной модернизации экономики. Сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции. Саратов 2011.

2. Козлов Ю.Н. Формирование и использование рабочей силы на фоне ухудшения здоровья населения / Ю.Н. Козлов // Уровень жизни населения регионов России. 2011. №1. С. 93-97.

3. Национальная образовательная инициатива «Наша новая школа». <http://mon.gov.ru/dok/akt/6591/>

4. Одегов Ю.Г. Экономика труда: учеб.: в 2 т. Т. 1 / Ю.Г. Одегов, Г.Г. Руденко, Л.С. Бабынина. М.: Издательство «Альфа-Пресс», 2007. 760 с.

5. Особенности состояния здоровья современных школьников. Материалы к докладу «Школа – 2020. Какой мы ее видим». М., 2008.

6. Путин 2012. Предвыборная программа Всероссийской политической партии «Единая Россия» (на выборах Президента России 4 марта 2012 года). <http://putin2012.ru/program>

7. Россия в цифрах. Федеральная служба государственной статистики. <http://www.gks.ru/>

¹ Национальная образовательная инициатива «Наша новая школа». <http://mon.gov.ru/dok/akt/6591/>

Крысина Искра Евгеньевна –
доктор экономических наук, профессор кафедры
«Экономическая теория и экономика труда»
Саратовского государственного технического
университета имени Гагарина Ю.А.

Iskra E. Krycina –
Dr. Sc., Professor
Department of Economic Theory
and Labour Economics
Gagarin Saratov State Technical University

Елистратова Наталья Николаевна –
аспирант кафедры «Экономическая теория
и экономика труда» Саратовского государственного
технического университета имени Гагарина Ю.А.

Natalya N. Elistratova –
Postgraduate
Department of Economic Theory
and Labour Economics
Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 24.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 338.45

В.Т. Денисов, Н.Ю. Сулова

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ КОМПЛЕКСОМ КАК СЛОЖНОЙ АКТИВНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ С УЧЕТОМ НАКОПЛЕННОГО НАУЧНОГО МИРОВОГО ОПЫТА

Приведены методологические основы применения системного подхода к исследованию процесса управления современными университетами. Обоснована необходимость инновационного видения сложной активной саморазвивающейся саморегулирующейся социально-экономической системы.

Системный подход, управление, образовательный комплекс

V.T. Denisov, N.U. Surova

THE SYSTEM APPROACH TO MANAGERIAL PROCESS BY EDUCATIONAL COMPLEXES AS DIFFICULT ACTIVE ECONOMIC SYSTEM TAKING

The industrial complex is analyzed in terms of the system approach as the major structural component of national economy. The authors prove the need for an innovative view of a complex efficient self-developing and self-regulating socio-economic system.

The system approach, management, educational complex

Одним из основных препятствий, стоящих на пути модернизации российской экономики и формирования в России гражданского общества как приоритет следующего десятилетия, является недостаток у его зарождающихся структур институциональной базы и организационного ядра. Во всем мире одним из катализаторов и организационных центров развития инновационной экономики и местного сообщества традиционно являются высшие учебные заведения. К сожалению, до последнего времени для России такая ситуация была несвойственна. Учебные заведения, объединенные в централизованную вертикаль как по источнику ресурсов, так и по содержанию деятельности, решали только государственные и ведомственные задачи, никак не ориентируясь в своей деятельности на потребности местных сообществ и подготовку кадров с новыми компетенциями для формирования инновационных идей и технологий в социально-экономической системе России.

На современном этапе развития национальной социально-экономической системы существенные изменения институционального устройства Российской Федерации обусловили необходимость модернизации высшего образования и перехода на автономный тип функционирования университетов, что предопределило значимость рассмотрения образовательного комплекса с позиций системного подхода как сложной экономической системы с целью совершенствования управления в условиях российских реформ.

На наш взгляд, исследование образовательного комплекса необходимо проводить интерпретацией его в виде сложной системы на основе идей системного анализа. Термин «системный анализ» сформулирован в целях решения проблем военного управления в исследованиях RAND Corporation (1948) [1], когда

требовались методы, позволяющие анализировать сложные вопросы как целое, обеспечивающее рассмотрение многих альтернатив решений, каждая из которых описывалась большим числом переменных, дающих возможность отражать неопределенности и исследовать измеримость параметров. В отечественной литературе использование понятия системного анализа началось в 1969 г. в результате публикации книги Станфорда Л. Оптнера «Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем» [2].

В настоящее время термин «системный анализ» применяется неоднозначно: в одних источниках определяется как «приложение системных концепций к функциям управления, связанным с планированием» [3], в других – как синоним термина «анализ систем» [4] или термина «системные исследования» [5]. Тем не менее, независимо от объекта изучения исследования по системному анализу существенно отличаются обязательностью определения целей системы, формализации представления целей, предложения методологии проведения исследований с выделением этапов анализа и разработкой методики выполнения данных этапов в конкретных условиях (ряд авторов специально подчеркивают это в определении «системный анализ») – это методология исследования целенаправленных систем» [6].

Системный анализ обладает комплексным характером, основанным на совокупности подходов, оптимальное использование которых позволяет проведение всестороннего исследования для получения желаемых результатов. Главной целью системного анализа являются разработка и внедрение эталонной системы управления, соответствующей всем предъявленным требованиям оптимальности.

Применительно к нашему исследованию, исходя из всего вышесказанного, считаем возможным подразумевать под понятием «системный анализ» комплекс исследований, направленных на выявление общих тенденций и факторов развития организации и выработку мероприятий по совершенствованию системы управления и всей производственно-хозяйственной деятельности организации.

По И.М.Сыроежину, системный анализ выступает как комплекс специальных процедур, приемов и методов, обеспечивающих реализацию системного подхода. И.М. Сыроежин рассматривает системный подход как совокупность методологических принципов и теоретических положений [7], позволяющих рассматривать каждый элемент системы в его связи и взаимодействии с другими элементами, проследить изменения, происходящие в системе, в результате изменения отдельных ее звеньев, изучать специфические системные качества (эмерджентные свойства), делать обоснованные выводы относительно закономерностей развития системы, определять оптимальный режим ее функционирования.

Системный подход базируется на двух постулатах: 1) любая система может быть описана в терминах системных объектов, свойств и связей; 2) структура функции системы и решения проблемы является стандартной для любых систем и любых проблем.

К числу принципов системного подхода относятся принципы: цели, целостности, сложности, историзма, двойственности, всесторонности, множественности, динамизма, сходства.

В прикладном отношении системный подход заключается в определенной направленности и последовательности исследования объектов, проводимое в шесть этапов: постановка цели исследования объекта; определение цели функционирования объекта с позиций осуществимости в проекции на системы более высокого уровня; исследование структуры системы, ее внешней и внутренней среды; выявление механизма функционирования системы; изучение динамики развития системы на всех этапах жизненного цикла; осуществление сравнения конкретной системы с другими системами для обнаружения сходства и раскрытия закономерностей.

Таким образом, системный подход к исследованию сложных систем предполагает проведение исследования в трех взаимосвязанных аспектах: исторический анализ (генетический и прогностический); структурный анализ (анализ связей и состава); функциональный анализ (анализ внутреннего и внешнего функционирования).

При этом для дальнейшего исследования образовательного комплекса как системы видится необходимым представление дефиниции самого понятия системы и определение ее понятийного аппарата.

В рамках общей теории систем определено первичное общее понятие системы – это наличие множества объектов с набором связей между ними и между их свойствами. В данном случае особенность системного подхода заключается в том, что система исследуется как единый организм с учетом связей между различными элементами и внешних связей с другими системами.

Думается, в соответствии с данным определением можно всё состоящее из связанных друг с другом частей представлять системой, элементы или объекты которой функционируют во времени как единое целое, т.е. каждый элемент системы выполняет свою функцию и обеспечивает достижение единой цели системы.

Ввиду сложности и многообразия существующих систем рядом исследователей: В.Я. Алтаев [8]; К. Боулдинг [9]; В.В. Гаспаров [10]; В.А. Каргашев [11]; В.Н. Садовский [12] и т.д. предложены определенные классификации систем, использующих разные основания.

Социально-экономические системы относятся к искусственным системам вследствие того, что представляют собой элементы производства людей, т.е. являются выходом сознательно выполняемых процессов человека.

Известно, что все социально-экономические системы относятся к классу структурно сложных вероятностных систем [13], подобных биогенным объектам, атрибутом которых является организация [14], представляющая собой упорядоченную связь элементов, функции которых направлены на достижение определенного результата и сохранение системы. Иными словами, структура и функции составляют содержание системного процесса, например, структуру организации экономической системы составляют иерархия, координация, субординация экономических отношений, их причинно-следственные и иные формы связей, функции – обеспечение реализации людьми задач по сохранению и развитию системы в целом.

Применительно к экономической теории и практике, социально-экономическая система, по определению В.Г. Герасимова [15], представляет собой совокупность средств, условий, процессов и результатов материального производства и отношений между людьми по поводу производства, обмена, распределения, потребления жизненных благ, соответственно, экономическая система – это упорядоченное множество всех экономических отношений и видов хозяйственной деятельности, осуществляющихся с целью удовлетворения потребностей общества в материальных благах и услугах [16].

Вместе с тем данное представление не раскрывает сущности движущих сил и механизма генезиса формирования системных организаций; системы в плане «упорядоченного множества элементов» не являются активно функционирующими и представляют собой только множество взаимосвязанных явлений.

Соответственно для определения понятия активной системы необходимо научное обоснование ее свойств и системообразующих факторов, которые переводят упорядоченное множество действующих элементов на уровень активно функционирующей системы.

На основании синергетического подхода считаем возможным использование некоторых положений учения П. К. Анохина [17] о функциональных системах как инновационном «общеметодологическом принципе исследования функций живого организма». При этом А. Рапопорт [18] пишет: «Анализ свойств систем приводит к выводу, что системами могут быть не только биологические особи, но и другие «объекты», в частности совокупности индивидов, между которыми существуют определенные достаточно «жесткие» связи и взаимозависимости». Такими «совокупностями индивидов» являются все человеческие организации – коммерческие структуры, промышленные объекты, военные подразделения, органы государственной власти и т.д.

В этом случае считаем, что существенным отличием сущности теории активной системы от общей теории систем является выделение двух принципиально значимых свойств: 1. Положительного адаптивного результата развития системы как системообразующего фактора инсталляции множества компонентов в структуру активной системы. 2. Динамической архитектоники, представленной циклической структурой обязательной обратной афферентации в высшее звено управления системой от конечного результата ее деятельности.

На основании этого считаем возможным дать представление об активной системе как о самоорганизующейся, саморегулирующейся функциональной структуре, объединяющей отдельные элементы под воздействием положительных адаптивных результатов, обусловленных доминирующими целями системы и обеспечивающих стабильное функционирование системы на различных уровнях ее организации.

Определяющую роль в организации неупорядоченного множества компонентов в активную систему играет результат деятельности системы. Одним из свойств системы является способность экстренной самоорганизации за счет мобилизации взаимодействующих элементов, позволяющих динамически и адекватно приспосабливать систему в целом к различным изменениям, препятствующим удовлетворению ее ведущих потребностей и достижения конечного результата. Поэтому именно приспособительные результаты, формирующие функциональные системы различного уровня организации, выступают в роли системообразующего фактора.

Соответственно, по принципу регулирования по конечному эффекту (кибернетический принцип обратной связи) активные системы представляют собой относительно замкнутые организации, объединяющие центральные и периферические механизмы на основе постоянной афференции от периферических органов, в случае отклонения конечного результата от уровня, обеспечивающего нормальное функционирование системы. Посредством деятельности соответствующей подсистемы формируются сигналы для восстановления оптимального уровня этого результата. Считается, что архитектоника активных систем на основе процессов саморегуляции объединяет положительный приспособительный результат, датчики результата, обратную афференцию о результате, управляющие структуры системы и исполнительные элементы [19].

Думается, при взаимодействии различных активных систем, выражаемых в виде социально-экономической системы, посредством использования мультипараметрического принципа, определяющего их совместную деятельность, изменение одного показателя (результата деятельности одной активной системы) немедленно сказывается на результатах деятельности и активности других систем, или один параметр сложного результата деятельности системы приводит к изменению его других параметров. Иными словами, для множественных активных систем будет свойственен качественно иной принцип саморегуляции: отклонение от оптимального уровня определенного параметра результата является мотивацией для направленного перераспределения в установленных соотношениях значений остальных параметров результата множественной системы.

Исходя из этого, исследование социально-экономических систем с позиций общей теории систем и теории функциональных систем – это анализ объектов и их свойств, структуры связей между ними, структуры, которую К. Маркс называл «совокупностью всех человеческих отношений» [20] и изучение системобразующих факторов, обеспечивающих стабильное функционирование различных подсистем.

Для инсталляции данного сформулированного определения в методологическую базу исследования образовательного комплекса считаем необходимым генетико-прогностический взгляд на формирование и развитие системы управления и увеличения степени ее воздействия на внутреннюю структуру организации.

Ретроспективно в условиях советской плановой экономики к анализу социально-экономической системы образовательного комплекса потенциально было возможно подходить как к простой системе (малой механической системе), в этом случае следует обратиться к исследованиям Георга Вильгельма Фридриха Гегеля, который ввел разделение типов взаимодействия: механизм, химизм, жизнь. Г.В.Ф. Гегель представлял механизм как такой способ взаимодействия, «где все контролируется из единого управляющего центра» [21]. Подобного рода экономическая система является относительно эффективной исключительно в экстремальных ситуациях реформирования образования, при необходимости мобилизация ресурсов и усилий в масштабах страны, а при стабильном развитии достаточно быстро раскрывает свою неэффективность. Критический взгляд Ф. Хайека [22] на систему командно-административного типа управления образованием четко показал недостатки. На основании этого считаем допустимым утверждать следующее: только современные рыночные отношения и рассмотрение образовательного комплекса с позиций системного подхода предоставляют возможность всестороннего изучения реального состояния образовательных учреждений и совершенствования на этой основе функционирования основных процессов и адаптации к современным условиям хозяйствования управляющих структур, что в целом определяет эффективность экономической системы.

Исходя из всего вышесказанного, анализ образовательного комплекса необходимо проводить с позиций современного инновационного подхода как сложной активной саморазвивающейся саморегулирующейся системы, объединяющей под воздействием положительных адаптивных результатов стохастические процессы, представленные в виде вероятностных стратегий формирования социально-экономических подсистем, и организацию управления на основе динамической архитектоники прямых и обратных связей, обеспечивающую воспроизводство определенного набора фундаментальных параметров, которые обуславливают целостность системы и устанавливают правила оптимизации ее управленческой регуляции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Marcum J.I. A Statistical Theory of Target Detection by Pulsed Radar: Mathematical Appendix / J.I. Marcum. RAND Corporation, Santa Monica, CA, Research Memorandum RM-753. July 1. 1948. 240 p.
2. Оптнер С.Л. Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем / С.Л. Оптнер. М.: Сов. радио, 1969. 216 с.
3. Блауберг И.В. Системные исследования и общая теория систем / И.В. Блауберг, В.Н. Садовский, Э.Г. Юдин // Системные исследования; Ежегодник. М.: Наука, 1969. С. 7-29.
4. Анализ сложных систем / Сб. ст. под ред. Э. Квейда. М.: Сов. радио. 1969. 445 с.
5. Янг С. Системное управление организацией / С. Янг. М.: Сов. радио, 1972. 415 с.
6. Клиланд Д. Системный анализ и целевое управление: пер. с англ. / Д. Клиланд, В. Кинг; ред. И.М. Верещагин. М.: Сов. радио, 1974. 280 с.
7. Основы теории хозяйственных систем: учеб. пособие. Ч. I. Экономическая кибернетика / отв. ред. И.М. Сыроежин. Л. 1974. С. 5.
8. Алтаев В.Я. Общая теория систем. / В.Я. Алтаев. М., 1966. С. 345.
9. Боулдинг К. Общая теория систем – скелет науки / К. Боулдинг // Исследования по общей теории систем. М.: Прогресс, 1969. С. 106-124.
10. Гаспаров В.В. Системная методология. Некоторые замечания о ее природе, структуре и применении / В.В. Гаспаров // Системные исследования. М., 1977. С. 428.
11. Карташев В.А. Система систем: очерки общей теории и методологии / В.А. Карташев. М., 1995. С. 258.
12. Садовский В.Н. Общая теория систем как метатеория / В.Н. Садовский // Вопросы философии. 1972. Т. 4. 235 с.
13. Бир С. Мозг фирмы / С. Бир. М.: Радио и связь, 1993. 416 с.
14. Югай Г.А. Общая теория жизни / Г.А. Югай. М., 2000. 188 с.
15. Герасимов В.Г. Экономическая система: генезис, структура, развитие науки / В.Г. Герасимов. М., 1991. С.25-26.
16. Экономическая теория: системный курс: учеб. пособие для эк. спец. вузов / под ред. М.И. Плотницкого, А.Н. Тура. М.: Мисанта, 2000. С. 29.
17. Теория функциональных систем: истоки, этапы развития, экспериментальные доказательства, общие постулаты / под ред. акад. Международной академии наук, проф. Б.Ш. Нувахова. М.: Наука, 1996. 320 с.

18. Рапопорт А. Различные подходы к общей теории систем / А. Рапопорт. Системные исследования; Ежегодник. М.: Наука, 1969. 201 с.
19. Анохин П.К. Теория функциональной системы / П.К. Анохин // Успехи физиологических наук. 1970. Т. 1. С. 12.
20. Маркс К., Энгельс Ф. Собр. соч. Т. 42. С. 265
21. Hegel G.W. Encyclopadie d. philosoph / G.W. Hegel. Wissenschaft, 1817. 340 p.
22. Hayek F.A. The Road to Serfdom / F.A. Hayek // American Economic Review. 1945. Vol. XIII. 275 p.

Денисов Вячеслав Тихонович –
доктор экономических наук, профессор кафедры
«Мировая экономика и таможенный менеджмент»
Саратовского государственного экономического
университета

Vyacheslav T. Denisov –
Dr. Sc., Professor
Department of Global Economy
and Customs Management
Saratov State Socio- Economic University

Сурова Надежда Юрьевна –
кандидат экономических наук, докторант, доцент
кафедры «Менеджмент и логистика» Саратовского
государственного технического университета
имени Гагарина Ю.А.

Nadezhda Yu. Surova –
PhD, Doctoral Student, Associate Professor
Department of Management and Logistics
Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 01.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 339

А.С. Першина

ФИНАНСОВАЯ ПОДДЕРЖКА СУБЪЕКТОВ МАЛОГО ТОРГОВОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Статья посвящена проблеме финансовой поддержки со стороны государства субъектов малого торгового бизнеса. В качестве важнейших финансовых рычагов, обеспечивающих нормальное функционирование субъектов малого торгового предпринимательства, выделено кредитование. Механизм предоставления кредитов российскими банками претерпел существенные изменения в связи с глобальным финансовым кризисом. Отмечены основные проблемы, возникающие между кредиторами и заемщиками – субъектами малого торгового предпринимательства, а также конкретные меры по их устранению, особую роль в которых должны сыграть региональные и местные органы власти.

Малый торговый бизнес, финансирование, кредиты, финансовый кризис, государственная поддержка, антикризисная Программа по поддержке малого бизнеса, финансовый лизинг

A.S. Pershina

FINANCIAL SUPPORT OF SUBJECTS OF THE SMALL TRADING BUSINESSES IN MODERN CONDITIONS

The article deals with the problem of financial support from the state of subjects of small trading businesses. Crediting is allocated as the major financial tool providing normal functioning of small trading businesses. The mechanism of granting of credits by the Russian banks has undergone essential changes in connection with the global financial crisis. The basic problems arising between creditors and borrowers as the subjects of small business enterprises, and also concrete measures referring their elimination in which regional and local authorities should play a significant role.

Small trading business, financing, credits, financial crisis, the state support, the anti-recessionary Program on small-scale business support, financial leasing

Малый бизнес является важной составной частью экономики любого развитого государства. Благодаря деятельности предприятий малого и среднего бизнеса активизируется экономика, в особенности рынок

потребительских товаров и услуг, на котором появляются новые рабочие места, возрождаются народные промыслы и ремесла, что в итоге ведет и к возрождению культурного наследия в целом.

Вместе с тем на пути предпринимателей, ведущих свою деятельность в сфере малого торгового бизнеса, возникает немало препятствий, как административных, так и чисто экономических.

Одно из главных – финансирование, которое обусловлено недостатком денежных средств для успешного осуществления своей деятельности. Выходом из этой ситуации, по нашему мнению, является предоставление банками кредитов малому торговому бизнесу, направленных на закупку товаров, нового оборудования и материалов, на ремонт и реконструкцию торгово-производственных и офисных помещений.

В 2009 году в связи с возросшим спросом со стороны малого торгового бизнеса и особой актуальностью в период непростой ситуации в финансовой сфере, Правительством РФ было принято решение об увеличении финансирования программы кредитования. В связи с ситуацией в мировой финансовой сфере банки увеличили процентную ставку по кредитам, чтобы компенсировать предпринимателям ставку при кредитовании и увеличить число субъектов малого предпринимательства, которые смогут воспользоваться данной программой, внесены соответствующие изменения в специальную программу, согласно которым увеличилась максимальная процентная ставка по кредитам, выдаваемым в рамках программы. Так, с 1 января 2009 года она составила 22% годовых в рублях (13% – ставка рефинансирования, +9%).

Внесены изменения и в специальную программу «Кредитование коммерческими банками субъектов малого предпринимательства». В соответствии с внесенными изменениями с 2009 года в программе участвовали и организации розничной торговли. В рамках этой программы субъекты малого предпринимательства, осуществляющие деятельность на потребительском рынке, должны были получать льготный кредит. Предполагалось, что предприятиям будет возмещаться 40% процентных платежей по кредиту, однако далеко не все торгующие организации смогли воспользоваться настоящими преференциями. Это обусловлено тем, что в основном все финансовые льготы коснулись лишь крупных городов-мегаполисов и столиц России, которые воспользовались этими средствами в полном объеме.

Кредитование малого бизнеса – одна из приоритетных задач многих российских банков. Однако на практике небольшой, особенно торговой компании взять кредит удается крайне редко. Банки порой дезинформируют предпринимателей, чтобы привлечь клиентов, а заемщики, в свою очередь, зачастую скрывают свои реальные доходы. Между тем развитие банковского кредитования малого торгового бизнеса выгодно обеим сторонам.

У каждой из сторон достаточно веские аргументы. Представителей банков смущают отсутствие залогового обеспечения, незначительный масштаб бизнеса, который затрудняет оценку его состояния, низкое качество проработки бизнес-планов и низкий уровень юридической грамотности заемщика для надлежащего оформления необходимых документов.

Представители малого бизнеса зачастую не могут воспользоваться «заманчивыми» предложениями банков из-за высоких процентных ставок, коротких сроков погашения, отсутствия стартового капитала, сложности и длительности процедуры получения кредита. Кроме того, малый бизнес неохотно отражает реальные финансовые результаты в отчетности, что снижает вероятность получения кредита на пополнение оборотных средств и инвестиционные цели.

За последние несколько лет на российском рынке стали появляться кредиторы, готовые идти навстречу предпринимателям. Так например, работать с малым бизнесом настроены небольшие региональные банки, уже укрепившиеся на этом рынке и целенаправленно работающие с предпринимательством. Вторых, это крупные банки, которые стали активно выходить на этот рынок. По данным Ассоциации российских банков, не менее 80 крупных банков уже имеют программы кредитования малого бизнеса. Причина очевидна – крупный российский бизнес поделен, а высокий уровень конкуренции на этом рынке ведет к снижению доходности кредитования. В то же время кредитование малого бизнеса имеет достаточно высокие показатели доходности.

Существенный рост процентных ставок за пользование банковским кредитом в современных условиях объясняется повышенными рисками потери кредитных ресурсов в связи с ненадежностью большинства клиентов. Повышенные риски кредиторов компенсируются различными нестандартными формами их обеспечения. Дело в том, что небольшие торговые компании, как правило, не могут предоставить банку в залог высоколиквидное имущество, поэтому кредиторам приходится идти на риск и выдавать необеспеченные или частично обеспеченные кредиты.

Существующие условия банковского кредитования субъектов малого торгового бизнеса далеки от совершенства. Региональные и местные органы власти, понимая сложность современной ситуации, стараются идти навстречу бизнесу. Во многих регионах уже реализуются государственные программы кредитования малого бизнеса, в том числе и торгового. Наиболее активно развитию кредитования малого бизнеса помогают компетентные органы власти таких крупных городов, как Москва и Санкт-Петербург.

Дальнейшее развитие финансирования малого бизнеса предполагает, что кредитные продукты станут более доступными – сроки кредитования вырастут, процентные ставки снизятся, требования к потенциальным заемщикам станут более мягкими.

Безусловно, финансирование малого торгового бизнеса с применением кредитных продуктов важная проблема, однако опыт многих стран показывает, что в условиях финансового кризиса очень важна государственная поддержка субъектов малого торгового бизнеса.

Государственная поддержка малого бизнеса в России осуществляется в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 11 мая 1993 г. № 446 «О первоочередных мерах по развитию и государственной поддержке малого предпринимательства в РФ», в котором предусматривался целый комплекс первоочередных мер по стимулированию и государственной поддержке малых предприятий, в том числе и торговых:

- освобождение от налогообложения прибыли, накопленной за определенный период и используемой для развития собственного производства;
- установление льготных ставок налога на прибыль малых предприятий в третий и четвертый годы работы с момента их регистрации;
- возмещение налога на добавленную стоимость, уплачиваемого малыми предприятиями поставщикам оборудования и иных основных средств;
- освобождение от налога на прибыль средств негосударственных юридических лиц, от подоходного налога – физических лиц, направляемых в Фонд поддержки предпринимательства и развития конкуренции и аналогичные государственные фонды, создаваемые органами власти и управления субъектов РФ и органами местного самоуправления;
- предоставление льгот по налогообложению доходов коммерческих банков, выделяющих кредиты малым предприятиям производственного профиля;
- распространение на малые предприятия, образованные в результате выделения (разделения) предприятий-монополистов, при условии их приватизации, льгот по налогообложению, установленных для вновь созданных малых предприятий;
- сохранение налоговых льгот для малых предприятий при их приватизации;
- уточнение порядка и срока взимания налога на прибыль и налога на добавленную стоимость для малых предприятий.

Новый курс государственной поддержки малого предпринимательства заключается в повышении инвестиционной активности и базируется на следующих принципах:

- привлечение частных, в том числе иностранных, кредитов под государственные гарантии, а также трансформация сбережений граждан в инвестиции при условии корректировки налогового законодательства (уменьшение ставки налога на доходы физических лиц на сумму средств, направляемых в инвестиции);
- отмена всех существующих налоговых льгот, которые потворствуют нецелевому использованию средств и снижают ответственность за результаты хозяйственной деятельности, и увеличение за счет этого бюджетных фондов инвестиционной поддержки малых предприятий;
- переход к экономическим (коммерческим) механизмам распределения средств федерального бюджета путем создания гарантийных фондов кредитования и финансового лизинга.

Система государственной поддержки малого бизнеса на федеральном уровне формировалась в значительной мере стихийно. Зачастую задачи, поставленные перед ведомством, не отвечали его основным функциям, сфере деятельности и уровню ответственности и даже противоречили ведомственным интересам. Из-за плохой координации действий некоторые функции дублировались, а другие оставались бесхозными, а в итоге имело место распыление и без того скудных ресурсов. О необходимости образования специального государственного органа, который занимался бы исключительно поддержкой и регулированием малого предпринимательства, заговорили уже в первые годы «перестройки».

В этой связи еще в июне 1995 г. был издан указ Президента РФ о создании Госкомитета РФ по поддержке и развитию малого предпринимательства (ГКРП) [1].

Данная структура была призвана разрабатывать предложения по совершенствованию действующего законодательства в области государственной поддержки малого бизнеса, анализировать состояние этого сектора экономики и эффективность государственной помощи, готовить предложения об использовании на льготных условиях субъектами малого торгового предпринимательства государственных финансовых, материально-технических, информационных ресурсов, а также научно-технических разработок, технологий и др.

В современных условиях с особой остротой проявляются проблемы поддержки со стороны государственных органов субъектов малого торгового бизнеса и осуществления радикальных мер, обеспечивающих их нормальное функционирование. Правительством России разработана и действует антикризисная Программа по поддержке малого бизнеса, в том числе и торгового.

Расходы федерального бюджета России в 2010 г. на государственную поддержку субъектов малого предпринимательства составят 13,5 млрд. руб., что больше ранее запланированной суммы на 4,2 млрд. рублей.

Вместе с тем разработан механизм рефинансирования портфелей кредитов предприятий малого и среднего бизнеса, сформированных российскими кредитными организациями, за счет средств Внешэкономбанка. До 30 млрд. рублей будет расширена программа финансовой поддержки малого и среднего бизнеса, реализуемой Внешэкономбанком.

В программе подчеркнуто, что в период кризиса особенно недопустимыми являются излишние административные барьеры ведения бизнеса.

В этой связи будет продолжена работа по устранению законодательно установленных в прошлые годы излишних административных барьеров. На наш взгляд, этому будет способствовать вступивший в силу с 1 июля 2009 года новый Федеральный закон «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля», который регламентирует принцип уведомительного начала предпринимательской деятельности для 13 видов бизнеса, подавляющее число в которых – это субъекты малого и среднего предпринимательства, осуществляющих свою деятельность на потребительском рынке. Кроме финансовой помощи, государство также оказывает и серьезную информационную поддержку через организацию экономических и технических консультаций для начинающих предпринимателей и для существующих малых предприятий. В этой связи также следует отметить действие закона «Об основах государственного регулирования торговой деятельности в Российской Федерации» от 28.12.2009 г., вступившего в силу с 01.02.2010 г. [2].

Приоритетным направлением поддержки малого предпринимательства является развитие финансового лизинга, который позволяет предпринимателям приобретать необходимое оборудование без отвлечения средств из оборота, постепенно расплачиваясь за него и выкупая по остаточной стоимости по окончании срока аренды. Однако, по нашему мнению, данный вид финансовой поддержки в развитии торгового предпринимательства не находит еще достаточного применения, что обусловлено небольшими объемами финансовых средств, находящихся в обороте вышеупомянутых субъектов и невозможностью их оплачивать из-за высоких процентных ставок, устанавливаемых лизинговыми компаниями.

Обобщая выше изложенный материал, можно отметить, что для решения проблем финансового взаимодействия государства и малого торгового предпринимательства необходимо:

- на законодательном уровне облегчить доступ предпринимателям к кредитным ресурсам, предоставлять налоговые льготы банкам, кредитующим субъектов малого бизнеса;
- законодательно утвердить деятельность обществ взаимного кредитования, приняв закон «О кредитной кооперации», регулирующий объединение субъектов малого предпринимательства для решения проблем финансирования собственными силами;
- оптимизировать налогообложение малого предпринимательства, чтобы налоговое бремя не являлось причиной ликвидации деятельности субъектов малого бизнеса;
- совершенствовать работу лизинговых компаний, предоставлять налоговые и иные льготы тем из них, которые предоставляют свои услуги малым торговым предприятиям по более низким процентным ставкам (предусмотреть возможность дифференцированного подхода в установлении ставок).

Реализация этих мероприятий позволит, на наш взгляд, решить одну из основных проблем развития малого торгового предпринимательства – проблему финансирования, а значит, и поможет малому торговому бизнесу занять достойное место в экономике не только региона, но и страны в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон «О государственной поддержке малого предпринимательства в РФ» от 12 мая 1995 г., №88-ФЗ.
2. Федеральный закон «Об основах государственного регулирования торговой деятельности в Российской Федерации» от 28.12.2009 г., №381-ФЗ.
3. Анимиаца Е.Г. Малый бизнес в России / Е.Г. Анимиаца. М.: ИНФРА-М, 2002. 208 с.
4. Блинов А.О. Малое предпринимательство: теория и практика: учеб. / А.О. Блинов, И.Н. Шапкин. М.: Дашков и Ко, 2003. 356 с.
5. Буянкина А.Н. Малый бизнес: государственное регулирование / А.Н. Буянкина. М.: ИНФРА-М, 2004. 136 с.
6. Лапуста М.Г. Малое предпринимательство / М.Г. Лапуста, Ю.Л. Старостин. М.: ИНФРА-М, 2005. 555 с.

В.С. Кабанцева**ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ РЫНКА
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТРАХОВАНИЯ**

Статья посвящена проблемам обеспечения экологической безопасности и роли страхования в осуществлении природоохранных мероприятий. Рассматриваются экономические и правовые вопросы формирования и развития рынка экологического страхования.

Экологическое страхование, экологический рынок, страхователь, страховщик, экологические риски

V.S. Kabantseva**ECONOMIC ASPECTS OF ECOLOGICAL INSURANCE MARKET**

The article deals with the problems of ecological safety maintenance and the insurance role for nature protection measures. Economic and legal issues of the development of ecological insurance market are considered.

Ecological insurance, the ecological market, the insured, the insurer, ecological risks

В настоящее время экологическая безопасность рассматривается как один из аспектов безопасности жизнедеятельности человека. Концепцию безопасности жизнедеятельности можно определить как возможность использования экономических рычагов для создания благоприятной экологической среды. В этой связи при формировании механизмов экологического страхования должно учитываться создание зон, экологически безопасных с точки зрения экологии и защищенности от экологических аварий и катастроф. Принципиальная постановка проблемы формирования рынка экологического страхования должна исходить из равноценности системных преобразований, связанных с соблюдением экологических требований при производстве продукции, добыче полезных ископаемых и т.п.

Теоретические аспекты экологического страхования должны быть чрезвычайно прозрачны с точки зрения определения целей. Это минимизация зон риска от производственной деятельности субъектов хозяйствования и расшивка узких мест, связанных с природоохранными мероприятиями, экстренное финансирование локальных мест экологических бедствий.

Поэтому с целью создания благоприятной среды жизнедеятельности и для устойчивого развития системы экологического страхования необходимо:

- выяснить направление вложения финансовых средств в природоохранную деятельность;
- определить, какую степень экологического риска, в зависимости от последствий для окружающей среды, необходимо страховать;
- определить целесообразность создания тех или иных природоохранных объектов;
- какие законодательные и нормативные акты необходимо принять с целью понимания критериев, обеспечивающих экологическую безопасность.

В последнее время рынок определяется как система экономических отношений, возникающих на основе устойчивого взаимодействия товарного и денежного обращения.

Понятие «рынок» многогранно, многолико, но по мере развития общественного производства и обращения это понятие расширилось.

Так, например, рынок экологического страхования с самого начала развивался как рынок контроля над хозяйствующими субъектами, осуществляющими производственно-хозяйственную деятельность, связанную с переработкой сырья (нефтесырья, газа, различных химических реагентов и т.п.), выпуском продукции, оказанием услуг (утилизация отходов и т.п.).

В этой связи осуществление природоохранных мероприятий, оказание экологических услуг, направленных на сохранение окружающей среды, эффективное использование имеющихся природных ресурсов, повышение экологичности продукции является такой же важной составляющей в рыночных отношениях, как финансовые, транспортные, коммунальные, бытовые услуги и т.п. Поэтому возникает необходимость определения таких понятий и их сущностной основы, как «экологический рынок» (или «рынок экологических услуг»).

Разработка понятийного аппарата экологического рынка предопределила исследование его основных элементов. Результаты систематизации существующих определений позволили автору выработать собственную точку зрения на формулировку этих понятий.

В частности, на наш взгляд, экологический рынок – это совокупность субъектов рыночных отношений, занимающихся непосредственным производством и реализацией продуктов и услуг экологического и природоохранного толка, обеспечением экологичности технологических процессов в различных отраслях, контролем и надзором за ними, а также объектами рынка, которые могут выступать в нескольких формах.

Объектами экологического рынка являются компоненты природной среды, а именно: земля, недра, почва, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, растительный и животный мир, озоновый слой атмосферы и другие объекты, обеспечивающие в совокупности благоприятные условия для существования жизни на Земле.

Отметим, что экологические проблемы рынка возникли не сегодня. Однако наиболее интенсивное формирование новых рынков экологических услуг включает: экологическое страхование; экологический аудит; торговлю правами на загрязнение и выбросы, квотами в соответствии с Киотским протоколом и т. п.

Страхование позволяет контролировать и предотвращать неблагоприятные последствия производственной деятельности, обеспечивать большую степень безопасности функционирования предприятий, укрепляет заинтересованность большинства правительств в том, чтобы обеспечить как можно более полное возмещение ущерба с максимальным привлечением средств частного капитала [1].

Особое значение проблема предоставления различных финансовых гарантий, в том числе страховой защиты, в отношении причинения ущерба окружающей природной среде приобрела уже в середине 50-х годов XX века. К этому времени следует отнести начальный этап формирования законодательства различных государств, прежде всего, европейских, закрепляющего институт ответственности за ущерб, причиненный окружающей природной среде, и страхование данного вида ответственности.

Актуальность развития законодательства в сфере экологической безопасности обусловлена отраслевой принадлежностью хозяйствующих субъектов. В этой связи практика применения норм регулирования позволяет разделить правоотношения, формирующиеся в данном виде страхового бизнеса, на две группы: первая группа охвачена гражданским законодательством; вторая группа регулируется экологическим и природоохранным законодательством [2].

Экологический рынок – это составляющая социально-утилитарного и культурного, того, что обеспечивает людям жизнь, сохраняет их здоровье, указывает человечеству перспективу его выживания в условиях глобального экологического риска [3].

Природоохранные требования (закрепленные законодательно) создают благоприятные условия для развития рынка экологического страхования, однако те немногочисленные эмпирические данные, которыми мы располагаем, свидетельствуют о том, что в индустриально развитых странах вопросам экологического страхования уделяется особое внимание. Так, например, с начала 90-х годов прошлого века экологически вредное производство перемещается в слаборазвитые страны с либеральным налоговым режимом в области экологического страхования.

Систематическая разработка природоохранных мероприятий выражает сущность, внутреннее содержание научно-технического прогресса, направленного на выпуск экологически чистых продуктов. С одной стороны, научно-технический прогресс обуславливает необходимость создания все более сложных и совершенных способов экологического производства, с другой – технический прогресс открывает новые возможности для ужесточения экологических норм.

Изучение показало, что правоприменительная практика ряда стран (Франции, Англии, Германии, США, Японии и др.), в которых введены институты ответственности за загрязнение окружающей природной среды и обязательного ее страхования, формирует понятийный аппарат, накапливает соответствующий статистический материал, необходимый для оценки вероятности и частотности наступления страховых случаев и определения адекватной экономической стоимости страхового покрытия.

В этой связи в перечисленных странах разрабатывается система страховых возмещений в случае нанесения вреда окружающей среде. При этом, с одной стороны, гражданско-правовая ответственность за загрязнение окружающей среды основывается на принципах, присущих иным традиционным институтам гражданско-правовой ответственности (принцип абсолютной ответственности, ограничение ответственности по объему и во времени), а с другой стороны ей свойственны некоторые особенности, обусловленные характером данных правоотношений, а также тенденциями развития правовой доктрины, основная из которых заключается в расширении сферы абсолютной локальной ответственности за экологическую безопасность.

Как отмечает И.Э. Шинкаренко, расширение сферы действия абсолютной ответственности за загрязнение окружающей природной среды повлияло и на развитие страховых технологий [4]. Так, например, для предоставления страхового покрытия зарубежные страховщики пользуются различными моделями предоставления страховой защиты: от внесения дополнений в договор страхования общегражданской ответственности до формирования и внедрения новой модели страховой защиты, разработанной Германским союзом страховщиков специально для формирования страховой защиты от рисков загрязнения окружающей природной среды. Основой же для формирования различных видов страховой защиты служат нормы гражданско-правового регулирования страхования ответственности за загрязнение окружающей природной среды.

Следует отметить, что Конституцией РФ закреплены нормы экологического права, и, прежде всего, права и свободы человека и гражданина в сфере взаимодействия общества и человека с окружающей средой, предопределяющие экологическую политику государства. В Конституции РФ также установлен общеправовой принцип приоритета охраны природы и ответственности нынешнего поколения перед будущими поколениями. Так, в части 1 статьи 9 провозглашается, что земля и другие природные ресурсы используются и охраняются в Российской Федерации как основа жизни и деятельности народов, проживающих на соответствующей территории. Данная норма также устанавливает два типа отношений в сфере взаимодействия с окружающей средой – использование и охрану, а, кроме того, указывает на открытый перечень объектов взаимодействия, обозначает цели взаимодействия как основу жизни и деятельности, и определяет его субъекты.

В статье 42 устанавливается три важнейших конституционных права человека и гражданина: право на благоприятную окружающую среду, право на достоверную информацию о ее состоянии и право на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим правонарушением. По нашему мнению, последний постулат предусматривает обеспечение экологичности продукции и услуг. Эта статья юридически обеспечивает равенство экологических прав граждан Российской Федерации с гражданами любых других стран в условиях глобального воздействия на природу [5].

Несмотря на то, что загрязнение окружающей природной среды является актуальной проблемой на протяжении десятилетий, в отечественной практике понятие «страхование риска загрязнения окружающей природной среды» до 1994 года практически не использовалось.

Однако в конце 80-х – начале 90-х годов XX века в России на протяжении нескольких лет в порядке эксперимента осуществлялось экологическое страхование определенных видов предприятий с опасными видами деятельности [6]. Данный эксперимент был призван доказать возможность успешного осуществления идеи экологического страхования, в частности обоснованно полагалось, что страхование позволит, в силу присущих ему функций, эффективно осуществлять прогнозирование, предотвращение и ликвидацию последствий экологических аварий и катастроф, расширит возможности внебюджетного финансирования мероприятий по предотвращению аварий и ликвидации их последствий, возмещению ущерба, причиненного потерпевшим.

Изучение данной проблемы показало, что эксперимент, проведенный в 1994-1995 годах в регионах России, доказал, что система страхования экологических рисков позволяет компенсировать до 40% причиняемых убытков. В то же время эксперимент еще раз подтвердил эффективность страхового механизма в том, что касается обеспечения не только мониторинга состояния природоохранного оборудования, но и всех технологических процессов у страхователя.

Иными словами, формирование эффективных рыночных отношений в природопользовании подразумевает привлечение и использование в этой сфере, одного из наиболее действенных экономических инструментов – экологического страхования [7].

Ряд факторов тормозит процесс развития экологического страхования: разбалансированность научно-технических, экономических и экологических составляющих, исчерпание экономических возможностей промышленных хозяйствующих субъектов для направления достаточных средств на природоохранные мероприятия, ослабление стимулов финансирования объектов непромышленного назначения, связанных с устранением вредных для экологии последствий от хозяйственной деятельности.

Поэтому назрела необходимость трансформации экономических отношений, связанных с экологическим страхованием, причем переход должен осуществляться эволюционным, а не конфронтационным путем.

Анализ зарубежной и отечественной экономической литературы по проблемам экологического страхования, формирования структур, разрабатывающих природоохранные программы и мероприятия, показал, что при всем многообразии исследуемых вопросов недостаточно изучено влияние страхового бизнеса на макро-, мезо- и микрофакторы экологической среды, на результаты и перспективы развития институтов, занимающихся комплексом проблем экологической безопасности.

В этой связи актуальным становится анализ теоретических основ и практики создания экологических институтов страхового бизнеса в выборе механизма, сочетающего в себе привлечение финансовых средств и создание программ экологического направления, влияющих на функционирование и перспективы развития промышленных объектов, разработку методологического подхода к оценке формирования рынка экологических страховых услуг.

На наш взгляд, нахождение резервов в области экологического страхования должно опираться на классификацию, которая может включать следующие группировочные признаки: время использования: текущие и перспективные резервы; способы выявления: явные и скрытые резервы; место обнаружения (принадлежность рынку в целом и характерные для рыночных сегментов); направления мобилизации (устранение потерь в использовании природных ресурсов и достижение прогрессивного организационно-технического уровня производства, связанного с экологической безопасностью и т.п.).

Определение с помощью предлагаемой классификации наиболее характерных для экологического бизнеса резервов основано на использовании таких принципов, как: комплексность, коллективность, выделение ведущего звена, однократность учета.

Принцип комплексности означает, что при выявлении резервов необходимо учитывать все возможные области, т.к. только в этом случае обеспечивается интегрированное улучшение работы в области экологического страхования. Следует отметить, что одним из недостатков практики аналитической работы может быть недооценка комплексного подхода.

Принцип коллективности может быть хорошо организован лишь в том случае, если он проводится не только аналитиками, но и с привлечением высокопрофессиональных специалистов из различных областей, в том числе и зарубежных.

Суть принципа состоит в том, что при исследовании необходимо определить «слабое место» – сосредоточение наибольшей массы упущений, потерь, скрытых возможностей, а зачастую и серьезных опасностей, в том числе экологических.

Принцип однократности учета предусматривает, что при сводном подсчете размеров резервов нельзя допустить их повторный учет.

Выделение для экологического страхования характерной области резервов приводит к решению задачи поисковой функции анализа – расчету величины выделенных резервов. Здесь могут использоваться методы сравнительного анализа, фрактальные приемы экономического анализа, способы оценки уровня флуктуации факторов по группам рассматриваемых проблем.

Перечисленные методы с разных позиций оценивают резервы. Именно поэтому важно в сопоставлении показать степень вклада рассчитанных резервов в изменение конечных результатов деятельности организаций, занимающихся экологическим страхованием. Относительные оценки такого вклада позволят определить, при прочих равных условиях, приоритетность выявленных резервов для экологических программ.

Исследования в области экологических проблем показали, что внедрение страхования ответственности за нанесение ущерба при эксплуатации опасных производств и промышленных объектов должно способствовать получению положительного совокупного социально-экономического эффекта. При этом страхование экологической ответственности за нанесение вреда окружающей среде будет наиболее эффективно защищать интересы как самих хозяйствующих субъектов, занимающихся вредным производством, так и населения в вопросах создания благоприятной среды обитания и создания условий для привлечения инвестиционных ресурсов на мероприятия по экологической безопасности.

Одной из важнейших целей экологического страхования является образование страховых фондов для предупреждения экологических аварий и катастроф: возмещения убытков, причиненных юридическим и физическим лицам вследствие загрязнения окружающей среды; обеспечения условий проживания населения и функционирования различных производств всех форм собственности в зонах чрезвычайных экологических ситуаций [8].

Исходя из приведенного определения, сформулируем основные функции экологического страхования, а именно:

- формирование экологической ответственности физических и юридических лиц за результаты антропогенной деятельности как важнейшей составляющей экологической культуры населения;
- стимулирование противоаварийных мероприятий за счет дифференциации страховых тарифов и денежных выплат предприятиями за безаварийную работу;
- обеспечение компенсационных гарантий пострадавшим (третьим лицам и работникам предприятий-страхователей) независимо от финансового положения предприятия-виновника аварийного загрязнения окружающей среды;
- обеспечение устойчивости финансового положения предприятия, необходимости возмещения ущерба пострадавшим от аварийного загрязнения окружающей среды и затрат на восстановление собственного производства;
- обеспечение реализации правовых гарантий экологической защиты физических и юридических лиц за счет сформированных страховых фондов.

Следует отметить, что внедрение принципов и процедур экологического страхования в большинстве случаев сталкивается с существенными трудностями.

Прежде всего, эти законодательные проблемы, связанные с недостаточным уровнем нормативно-правового обеспечения и обеспечением юридических гарантий возмещения ущерба от хозяйственной деятельности, причиненного окружающей среде.

Кроме того, в законе «Об охране окружающей среды» № 7-ФЗ недостаточно проработаны технические моменты, касающиеся обязательного экологического страхования и оценочных факторов, влияющих на экологические сборы [8]. Здесь смущает то, что требования различных страховых компаний могут достаточно сильно отличаться, что носит оттенок двойного подхода регулирования экологических взносов и чревато конфликтами интересов субъектов хозяйственной деятельности. В итоге ведущие экономисты сходятся во мнении о создании некоего альтернативного механизма экологических сборов с целью организации бизнеса по предотвращению экологических последствий хозяйственной деятельности и устранения последствий техногенных катастроф.

Внедрение инноваций в природоохранные мероприятия – ключевой способ сохранить устойчивость экосистемы.

Обеспечение необходимости проведения научных и инновационных исследований в области экологии закреплено в ФЗ «Об охране окружающей среды», где сформулированы основные цели, а именно [8]:

- разработка концепций, научных прогнозов и планов сохранения и восстановления окружающей среды;
- оценка последствий негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду;
- совершенствование законодательства в области охраны окружающей среды, создание нормативов, государственных стандартов и иных нормативных документов в области охраны окружающей среды;
- разработка и совершенствование показателей комплексной оценки воздействия на окружающую среду, способов и методов их определения;
- разработка и создание наилучших технологий в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов;
- разработка программ реабилитации территорий, отнесенных к зонам экологического бедствия;
- разработка мероприятий по сохранению и развитию природного потенциала и рекреационного потенциала Российской Федерации;
- иные цели в области охраны окружающей среды.

Дальнейшее развитие проблема актуальности проведения научных исследований и обеспечения инновационного процесса получила в Экологической доктрине Российской Федерации [9], где сформулированы основные задачи научного обеспечения в сфере защиты окружающей среды, а именно: развитие научных знаний об экологических основах устойчивого развития, выявление новых экологических рисков, порождаемых развитием общества, природными процессами и явлениями, в том числе:

- формирование теоретических и технологических основ перехода к устойчивому развитию Российской Федерации;
- разработка экологической составляющей стратегического прогноза развития России;
- исследование возможного глобального и регионального изменения климата и его последствий для природной среды;
- исследование биологических систем и их средообразующих функций, определение пределов устойчивости и экологической емкости природных систем;
- разработка экологически эффективных и ресурсосберегающих технологий, производств, видов сырья, материалов, продукции и оборудования, в том числе в сельском хозяйстве;
- разработка научных принципов и технологий использования возобновляемых биологических ресурсов (лесных, водных, охотничье-промысловых, лекарственных и др.), обеспечивающих их устойчивое воспроизводство;
- разработка принципов использования атмосферного воздуха (воздушных ресурсов) в целях сохранения окружающей среды;
- разработка эффективных методов сохранения биологического разнообразия, включая развитие сети особо охраняемых природных территорий, сохранение и восстановление редких и ценных видов животных и растений, а также природных сообществ и систем;
- анализ распространения чужеродных и генетически измененных видов живых организмов и разработка соответствующих методов контроля и снижения негативных последствий этих процессов;
- разработка методологии и методов эколого-экономической оценки, в том числе определение стоимости природных объектов с учетом их средообразующей функции, для использования при принятии решений в различных отраслях экономики Российской Федерации;
- создание основ определения экологических рисков в целях создания системы управления качеством природной среды;
- разработка средств и методов предупреждения и ликвидации загрязнений, реабилитации окружающей среды и утилизации опасных отходов;
- изучение связи между заболеваниями людей и изменениями качества окружающей среды;
- разработка и развитие современных методов экологического мониторинга, а также информационных технологий в целях государственного управления в области природопользования и охраны окружающей среды.

С точки зрения руководителей бизнеса и рынка говорить об экологическом страховании рисков рано, потому что не в полной мере разработаны механизмы, которые позволяли бы безболезненно для экономики хозяйствующих субъектов осуществить переход к полному экологическому страхованию. Например, чтобы контролировать экологическую безопасность, потребуется большое число высококвалифицированных специалистов и большие финансовые средства на создание инфраструктуры рынка экологических услуг.

Следует также отметить, что развитие экологического страхования сдерживается слабыми стимулами добровольного страхования; отсутствием общепринятых методик оценки риска и оценки вероятного ущерба от хозяйственной деятельности или бездеятельности структур, на которых возложены обязанности по экологическому контролю; низкой производительностью самого страхового рынка, что не позволяет осуществлять страхование опасных производств от экологических рисков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ключенко Л.Н. Страхование ответственности за загрязнение окружающей среды / Л.Н. Ключенко // Юридическая и правовая работа в страховании. 2008. № 2. II квартал.
2. Шинкаренко И.Э. Страхование ответственности: справочник / И.Э. Шинкаренко. М.: Анкил, 2006.
3. Каверин А.В. Экологический рынок и бизнес: основные направления и проблемы становления (в свете научного наследия Н.Ф. Реймиса) / А.В. Каверин, Д.А. Массеров, С.И. Которотов // Экология урбанизированных территорий. Изд. Дом «Камертон», 2009. № 4.
4. Конституция Российской Федерации. М., 1993.
5. Федеральный закон от 10 января 2002г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (с изменениями и дополнениями).
6. Плешков А.П. Перспективы развития обязательных видов страхования в России / А.П. Плешков, И.Н. Богданов // Финансы. 2006. № 9.
7. Маркович Д.Ж. Социальная экология: монография / Д.Ж. Маркович. М.: Изд-во РУДН, 1997. 436 с.
8. Закон РФ от 27 ноября 1992 г. № 4015-1 «Об организации страхового дела в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями).
9. Распоряжение Правительства РФ от 31.08.2002 г. № 1225-р «Об одобрении экологической доктрины РФ». Российская газета, 18 сентября 2002.

Кабанцева Виктория Сергеевна –
аспирант Саратовского института (филиала)
Российского государственного
торгово-экономического университета

Victoria S. Kabantseva –
Postgraduate
Saratov Institute –
Branch of the Russian State University of Trade
and Economics

Статья поступила в редакцию 11.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 658. 27

Е.В. Олейникова

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ, ФОРМЫ И СОСТАВЛЯЮЩИЕ СОВРЕМЕННЫХ СЕРВИСНЫХ УСЛУГ: ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА И ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ НА ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЙ-УЧАСТНИКОВ

Рассматриваются подходы к развитию инновационной формы ремонта – аутсорсинга, раскрываются его организационно-экономические характеристики и возможности участия в формировании качества продукции обеих предприятий.

Сервисные услуги, аутсорсинг, ремонт

E.V. Oleynikova

INNOVATIVE APPROACHES, FORMS AND COMPONENTS OF SERVICES: THEIR CHARACTERISTICS AND INFLUENCE ON THE ECONOMIC ACTIVITY OF PARTICIPATING ENTERPRISES

The article studies the approaches for the creation and development of an innovative sphere of equipment servicing at industrial enterprises using state-of-the-art forms, such as outsourcing, and its influence on economics firms.

O Outsourcing, equipment service

Потеря оборудованием заданного уровня работоспособности – неотвратимый процесс, зависящий от многочисленных факторов, в основе которых лежит физический и моральный износ оборудования. По своему содержанию и масштабу нарушений любой износ может привести к возникновению потерь, неблагоприятным событиям или препятствовать достижению целей производства. Это позволяет рассматривать каждый вид износа оборудования в техническом и экономическом аспектах.

В техническом аспекте устранению подлежат различные виды физического износа: механический, тепловой, коррозионный, усталостный и другие. Они всегда рассматриваются с производственно-технической стороны, т.к. вызываются активной работой оборудования и физико-химическими процессами в период протекания основной стадии жизненного цикла станка – эксплуатации. Последствия физического износа как с технической, так и с экономической точек зрения, отражаются на эксплуатационных показателях работы оборудования: уменьшаются мощность, производительность, точность, надежность; увеличиваются эксплуатационные расходы и т.д. В экономическом аспекте физический износ приводит к возрастанию затрат, связанному с ненадежностью, выше допустимых их значений, потере потребительной стоимости и стоимости, в результате чего возникает чистый износ. Все подходы к износу техники в экономической литературе исследуются с точки зрения изменения стоимостных характеристик, без учета организационно-следственных причин появления износа, в основе которых лежат функциональные составляющие ремонтного процесса, требования и возможности ремонтного обслуживания, которые со временем имеют тенденцию существенно изменяться и непосредственно влияют на уровень надежности работы техники.

Необходимость и периодичность проведения ремонта и контроля уровня надежности эксплуатационных показателей работы оборудования, вследствие наступления износа позволяют рассмотреть ремонт с технической и организационно-экономической точек зрения. Техническая целесообразность проведения ремонтов продиктована тем, что создание деталей оборудования из равнопрочных деталей пока технически невозможно. Заменить в короткие сроки всё физически изношенное и морально устаревшее оборудование также проблематично, и поэтому ещё длительное время сохранится необходимость проведения ремонтов. В связи с этим техническое содержание ремонта следует рассматривать как общепринятую систему восстановления утраченных свойств деталей и узлов оборудования, что позволяет снизить или ослабить отрицательные последствия износа, устранить или восстановить утраченную работоспособность оборудования.

Ремонт и техническое обслуживание продлевают сроки службы оборудования и наряду с выпуском нового оборудования поддерживают производственную мощность на необходимом уровне. Периодичность и качество проведения ремонтных работ не только влияют на их стоимость, но могут нанести существенный экономический ущерб. Несвоевременный ремонт может привести к прогрессирующему износу оборудования и преждевременному выходу его из строя или значительному сокращению срока его службы, что влечет за собой на производстве перераспределение ресурсов, снижение уровня производительности, рост себестоимости продукции, неполное возмещение амортизационных отчислений и увеличение потребности в соответствующих видах оборудования. Любой вид ремонта осуществляется значительно быстрее, чем изготовление нового оборудования, благодаря чему обеспечиваются более быстрый рост производственных мощностей, экономия различных видов сырья и материалов, т.к. замене в этом случае подлежат отдельные части оборудования. Благодаря ремонту возможно сохранение до 90% и более материалов, из которых изготовлено оборудование, что составляет до 70% его себестоимости, при этом восстановлению, замене и обработке подвергаются не более третьей части всех деталей, установленных первоначально. Если учесть, что замена отдельных износившихся деталей обычно не требует больших затрат и никаких проблем их совместимости с техникой не возникает, то неравная прочность экономически вполне допустима при условии, что изготовление и получение запасных частей к оборудованию не вызывают затруднений. Это является дополнительным преимуществом ремонта по сравнению с новыми капитальными вложениями, в результате чего ремонт всегда значительно дешевле изготовления новых единиц оборудования, и это означает, что существует и будет существовать какое-то время необходимость в проведении ремонта и технического обслуживания для поддержания оборудования в работоспособном состоянии.

Значимость и важность проведения ремонтов отражают показатели технического состояния отечественного парка производственного оборудования за последние 10 лет (по данным официальной статистики (см. таблицу). Средний возраст производственного оборудования продолжает увеличиваться, более половины производственного оборудования имеет срок эксплуатации свыше 20 лет, при этом только 7,3% всего станочного парка производственного оборудования имело в 2008 г. возраст не более 5 лет), проявляется через его функции, отражающие техническое и экономическое содержание ремонта и организационно-экономические результаты деятельности предприятия (рис. 1).

Необходимость изменения подходов к содержанию, виду и организации проведения ремонтных операций в современной экономической среде обусловлена тем, что в плановой экономике отсутствие учета требований и возможности процедуры гарантийного ремонтного обслуживания оборудования не влияли на цену изделия и покупательский спрос на него. В условиях конкурентной среды производства их учет со стороны производителей оборудования правомерен и необходим, т.к. все эти показатели отражают тенденции требований потребителей, формируют покупательский спрос и обеспечивают необходимый

уровень надежности работы станочного парка в период эксплуатации. Это говорит о том, что в условиях производства, где широко развиты предпринимательство и формы собственности, система ремонтов не должна быть раз и навсегда заданной, она должна корректироваться с учетом объема ремонтных работ, требуемых показателей надежности применительно к моделям оборудования, тенденциям развития сферы обслуживания и желаний потребителей.

Состояние основных фондов и кадров в промышленности и машиностроении (в сопоставимых ценах, %)¹

Показатели	Годы									
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1. Доля машин и оборудования в видовой структуре основных фондов, %:										
вся промышленность	32,6	36,0	37,7	37,0	36,8	37,1	37,9	36,9	36,7	38,1
- машиностроение и металлообработка	39,5	43,3	46,2	47,9	46,0	46,7	47,6	46,9	46,8	49,1
2. Возрастная структура производственного оборудования (на конец года), из них в возрасте (лет):	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
до 5	4,1	4,7	5,7	6,7	7,8	8,6	8,8	6,9	8,1	7,3
6-10	15,2	10,6	7,6	5,8	4,9	5,1	5,4	7,3	5,5	6,3
11-15	25,8	25,5	23,2	20,0	16,4	12,3	11,9	18,0	14,6	16,6
16-20	20,1	21,0	21,9	22,6	22,7	22,5	23,5	23,1	18,9	22,2
более 20	34,8	38,2	41,6	44,9	48,2	51,5	50,4	44,7	52,9	47,6
3. Средний возраст оборудования, лет	17,9	18,7	19,4	20,1	20,7	21,2	20,8	19,7	21,8	20,3
4. Степень износа основных фондов:										
- вся промышленность	50,4	49,9	51,8	52,0	51,4	47,9	47,7	47,4	46,7	41,8
- машиностроение и металлообработка	53,3	52,6	53,2	53,1	53,3	52,5	51,2	51,8	52,3	51,9
5. Удельный вес полностью изношенных основных фондов промышленности в общем объеме основных фондов (на конец года в %), всего	19,2	18,4	21,5	20,9	20,2	19,8	17,0	15,3	13,7	13,4
- в т.ч. машины и оборудование	32,9	29,1	30,4	28,8	27,1	21,2	19,3	17,8	15,2	14,7
6. Коэффициент обновления основных фондов:										
- вся промышленность	1,7	1,5	1,6	1,8	1,8	1,9	1,8	1,9	1,9	1,9
- машиностроение и металлообработка	0,7	0,7	0,9	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8
7. Коэффициент выбытия основных фондов:										
- вся промышленность	1,7	1,5	1,1	1,2	1,2	1,5	1,8	1,9	1,9	1,8
- машиностроение и металлообработка	0,9	0,7	0,9	0,8	0,9	1,0	0,8	0,9	0,9	1,0
8. Движение работников по машиностроению и металлообработке:										
- принято (уволено) в течение года (в % к среднесписочной численности)	25,5 (24,7)	23,8 (27,4)	26,8 (29,3)	24,8 (29,4)	26,7 (31,6)	26,7 (31,8)	28,5 (32,2)	30,0 (32,5)	32,1 (33,6)	33,2 (36,4)
9. Производство основных видов машин и оборудования, тыс. шт./год	36,3	22,7	49,0	26,1	28,3	21,5	32,6	16,1	9,5	8,4
- в том числе металлорежущих станков, тыс. шт./год	12,7	8,9	8,3	6,5	5,7	5,4	4,9	5,1	5,0	3,2
10. Производство станков с ЧПУ, шт./год	194	176	254	218	136	242	279	284	312	297
- произ-во обрабатывающих центров, шт./год	40	34	32	50	56	91	115	132	163	94
- произ-во оборудования высокой и особо высокой точности, шт./год	456	223	347	33	25	25	76	92	101	87

¹ Промышленность России 2005г.: стат. сб. / Росстат. М., 2006 г.; Российский статистический ежегодник. М.: Госкомстат России, 2007.

Промышленность России 2008 г. <http://www.gks.ru>

В то же время в организации ремонтного обслуживания нет единого подхода к использованию и развитию ремонтного производства. Среди специалистов, представляющих производителей и потребителей производственного оборудования, в настоящее время существуют разные подходы к организации и содержанию ремонтных процессов, особенно в сравнении с зарубежным опытом их проведения. Точка зрения многих из них имеет полярную направленность, что подтверждает сложность и многогранность рассматриваемой проблемы. Одни авторы основное внимание предлагают уделять техническому обслуживанию, другие качество работы связывают с системой планово-предупредительных ремонтов, третьи предлагают больше внимания уделить фирменному ремонту и послепродажному обслуживанию [1]. Кроме того, по мере развития технического прогресса усложняется техника, все чаще используется блочность оборудования, а капитальный ремонт сопровождается модернизацией оборудования. Появление блочного принципа создания техники, естественно, видоизменяет содержание ремонтов и требует изменения подходов к содержанию ремонтных процессов, прежде всего, за счет большего внимания к процедурам технического обслуживания оборудования. Оптимизация ремонтных процессов должна строиться на основе наблюдаемых при эксплуатации процессов и состояний, учитывать возможности новых устройств и методов контроля. Учет и обоснование роли и содержания технического обслуживания в ремонтном процессе должны являться обязательными составными элементами при построении рациональной системы организации ремонта, формирующей межремонтный период и ремонтный цикл. Основой такой системы должен стать такой комплекс ремонтных мероприятий, который позволит поддерживать и восстанавливать работоспособность оборудования таким образом, чтобы обеспечить требования надежности с минимальными затратами времени и средств на ремонт. Особенно это касается уникального оборудования. Одновременно увеличение сложности оборудования приводит к резкому повышению числа единиц ремонтной сложности изделий, изменению сроков проведения, ремонтов, поэтому резко возрастает роль технического обслуживания. Одновременно периодичность и объемы ремонтных работ в существенной степени влияют на надежность работы оборудования, поэтому процедуры технического обслуживания через возможности современных средств диагностирования и применение агрегатно-узлового метода ремонта должны помогать создавать условия для эффективного использования оборудования, обеспечивать поддержание характеристик работы оборудования в требуемом режиме, предупреждать отказы и предотвращать поломки, ликвидировать причины их возникновения, отодвигать момент начала ремонта (рис. 2). Эти процедуры должны быть направлены на снижение накопленного износа деталей, выявление отрицательных последствий нарастания износа, связанных с недоработкой конструкции или некачественной технологией изготовления станков, обеспечивать сохранение производственных мощностей.

Для автоматизированного оборудования технологии ремонта должны ориентироваться на использование информационных технологий (рис. 3), позволяющих оперативно обрабатывать и анализировать текущую информацию о состоянии оборудования и принимать обоснованные решения о его дальнейшем использовании или целесообразности проведения соответствующих видов ремонта. Отсутствие достаточной проработанности этих вопросов требует привлечения специалистов разных профессий для решения целого комплекса вопросов организационно-технического и методического характера, позволяющих взаимосвязаны решать проблемы управления надежностью производственного оборудования в период его эксплуатации.

Стремление к быстрой и качественной модернизации производства невозможно без современных подходов к совершенствованию ремонтной деятельности. Это связано еще и с тем, что материально-техническое отставание ремонтной базы предприятий еще плачевнее, чем технического состояние самого производства. Об этом говорит показатель «движение кадров в машиностроении» (см. таблицу). Выходом из ситуации может служить обращение к аутсорсингу в сфере ремонтных услуг. Аутсорсинг – это передача на длительный срок определенных функций и при необходимости соответствующих ресурсов внешним исполнителям, которые могут выполнять эти функции эффективнее. Практическое применение аутсорсинга в ремонтной сфере предполагает наличие организации (предприятия, компании, учреждения, сервисного центра), которая берет на себя выполнение бизнес-процессов ремонтного производства.

На современном этапе развития производительных сил, когда происходит, с одной стороны, дифференциация производства, т.е. дробление производственных процессов и разделение труда на отдельные, все более специализированные производства, а с другой – их объединение в единый процесс, аутсорсинг можно рассматривать как способ межфирменного кооперирования. Методы организации производства с учетом возможностей аутсорсинга, позволяют выделить два его направления:

– аутсорсинг функций, т.е. передачу специализированной организации конкретной функции управленческой деятельности, результат труда которой не формирует прирост прибыли (например, выдача заработной платы работникам через банкомат);

– аутсорсинг бизнес-процессов или производственный аутсорсинг, означающий передачу отдельных видов работ производственной цепочки сторонней фирме, специализирующейся на их выполнении. Выполнение функций инфраструктуры предприятия (например, ремонтные работы) можно отнести к сфере производственного аутсорсинга.



Рис. 1. Место ремонтов в обеспечении качества работы оборудования и повышении эффективности производства

Предпосылкой для вступления в аутсорсинговые отношения должна быть взаимная выгода сторон. Заказчик должен получить значительный эффект как по прямым, так и по косвенным затратам на ремонт. Исполнитель расширяет бизнес в сфере своих ключевых компетенций, а заказчик может концентрировать усилия на главных направлениях, приоритетных для своего бизнеса. Поэтому определение видов деятельности, передаваемых в аутсорсинг, относится к компетенции высшего руководства компании. Аутсорсинг предполагает передачу исполнителю не только полномочий, но и ответственности за производство запасных частей и качество предоставляемых услуг. В отдельных случаях предприятие-заказчик передает собственные материальные и людские ресурсы исключительно на срок действия договора. Аутсорсер, т.е. исполнитель заказа отвечает за контроль качества, сроки и содержание предоставления услуг ремонта оборудования.

Термин «аутсорсинг» заимствован из английского языка и дословно переводится как использование чужих ресурсов¹. Этот термин используется для обозначения различных направлений деловой активности фирм. На современном этапе развития производительных сил, когда происходит, с одной стороны, дифференциация производства, т.е. дробление производственных процессов и разделение труда на отдельные, все более специализированные производства, а с другой – их объединение в единый процесс, аутсорсинг можно рассматривать как способ межфирменного кооперирования.

Важной причиной, заставляющей предприятие расширять научно-техническую кооперацию, используя выделенные или сторонние фирмы, состоит в высокой степени риска крупных вложений в НИОКР. Разработка нового оборудования длится более 5 лет. На первой стадии, когда новый технический замысел существует еще только как идея, неясно, будет ли его реализация рентабельной. На второй стадии, когда создаются образцы продукции нового поколения техники или используется новая технология при его производстве, они иногда по своим экономическим характеристикам уступают существующим изделиям. На третьей стадии предпринимается попытка достичь уровня экономической эффективности традиционной техники, лишь после того, как попытка увенчается успехом, создатель нового станка получает гарантию рентабельности нового изделия. Но такой результат достигается не всегда. За это время может произойти модернизация традиционных моделей либо появиться эффективный его заменитель.

Через выделение и создание самостоятельных компаний решаются две задачи: развивается основная бизнес компания и создаются новые возможности по его расширению за счет участия на внешних рынках. Возможно «отпочкование» своих подразделений на принципах и условиях работы аутсорсинговых фирм. Соответственно каждое предприятие может участвовать в различных аутсорсинговых альянсах. Идея о том, что новые виды бизнеса развиваются быстрее, если они выделены в самостоятельные предприятия, находит все больше приверженцев на Западе. При этом степень контроля внешних бизнесов может варьировать от 100 до 0%.

В применении аутсорсинга существуют следующие формы.

Полный аутсорсинг – когда предприятие передает своим подрядчикам выполнение сбытовых операций. Эта форма есть совершенствование бизнеса, что привело к появлению в середине 90-х годов понятия «business processes outsourcing» (BPO), которое трактуется как передача не отдельных функций, а определенного производственного или сервисного процесса в целом. Усилия при этом направляются на решение следующих важнейших для управления бизнесом проблем – внедрение нововведений, ускорение выхода предприятия на рынок, с определенным товаром, повышение рыночной стоимости предприятия с помощью новых методов организации делового процесса.

Частичный аутсорсинг означает передачу части своих специфических задач, а выработка всей стратегии, ее внедрение их в практику остается внутренним делом предприятия. Эта форма предполагает передачу самостоятельной фирме определенного набора функций или создание для этой цели дочерней фирмы. Современная тенденция к широкому развитию таких производственных связей уменьшает долю собственного риска в случае неуспеха на рынке, перераспределяет затраты между несколькими партнерами.

Усовершенствованный аут предполагает, что фирма, известная на рынке, передает сторонним организациям ряд функций, оставляя себе роль диспетчера. Возможны новые ее формы: совместное предпринимательство и доля активного капитала. В этом случае сервисный центр на регулярной основе становится поставщиком оборудования, исполнителем услуг по его обслуживанию, передавая и часть своих сотрудников совместному предприятию, чтобы они могли при участии специалистов аутсорсера справиться с поставленными задачами.

Главная проблема для отечественного бизнеса – отсутствие традиций применения таких форм и методов работы в системе инфраструктуры предприятий, непонимание и незнание организации управления в такой ситуации. Изменение менеджмента в инфраструктуре предприятий – это объективная необходимость, вытекающая из логики развития производства и условий внешней среды. При правильно выбранной страте-

¹ Спарроу Э. Успешный IT-аутсорсинг: пер. с англ. М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2004. 288 с.

гии развития предприятия при обращении к аутсорсингу параллельно происходят изменения во взаимоотношениях специалистов сервисных центров и работников предприятия. В деятельности предприятия и в его менеджменте намечаются следующие тенденции:

- большая автономия в сервисной деятельности;
- административная, управленческая и техническая самостоятельность менеджеров и специалистов;
- передача полномочий принятия решений на более низкие ступени иерархии.

Применительно к аутсорсингу в сфере ремонта производственного оборудования базовая концепция исходит из мотивации и взаимообусловленности внутренних и внешних интересов всех участников хозяйственной деятельности предприятий, как эксплуатирующих оборудование и пользующихся услугами аутсорсера, так и оказывающих такие услуги. Для производителей оборудования развитие сети ремонтных услуг на основе аутсорсинга будет являться источником коммерциализации таких услуг для расширения рыночного присутствия и усиления собственных конкурентных преимуществ.

Использование аутсорсинга в ремонтной сфере для предприятия-заказчика основывается на ряде специфических черт ремонтной деятельности, вытекающих из особенностей производственного оборудования, к которым можно отнести техническую и организационную сложность ремонтных работ, существенную неоднородность проводимых работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования. Сюда следует отнести различие конструктивно-технологических параметров ремонтируемого оборудования, наличие случайных вариаций объемов ремонтных работ и вероятностный характер планирования, связанный с большим количеством неожиданных (неплановых) работ по ремонту и техническому обслуживанию оборудования, ведут к комбинаторному характеру процесса ремонта и технического обслуживания при определенных ресурсах. Это в определенной степени характеризует условность объединения различных самостоятельных подразделений, выполняющих ремонт, в службу технического обслуживания и ремонта оборудования, как объекта управления. Одновременно отсутствие стабильности потребляемых материалов и запасных частей, повышение требований к качеству технического обслуживания оборудования, возможность организации и планирования различных систем ремонтов по видам ремонта и рост масштабов ремонтных работ, обусловленных ускорением темпов научно-технического прогресса, способствуют тому, что ремонтная деятельность имеет свою организацию и методы работы, соответственно её можно рассматривать как систему, способную к самостоятельному развитию.

Методологические подходы к совершенствованию организации ремонтного обслуживания должны строиться на основе технологического реинжиниринга, представляющего собой разработку или куплю-продажу технологий, патентов, производственного опыта, знаний персонала, ноу-хау с целью дальнейшего внедрения новых технологий обслуживания и их диффузии в производство для повышения надежности и других эксплуатационных характеристик работы производственного оборудования на промышленных предприятиях. Исходя из того, что поддержание эксплуатационной надежности является обязательной функцией ремонтных операций, а сама характеристика надежности является величиной сложной, а также стохастической, т.е. случайной, зависящей от множества внешних и внутренних факторов, обращение к аутсорсингу для обеспечения надежности работы станков с ЧПУ вполне обоснованно. На производстве на станках с ЧПУ выполняются, как правило, самые ответственные операции, требующие высокой степени точности обработки, что предполагает наличие высокой параметрической надежности этого оборудования. Вместе с тем такое оборудование всегда находится под воздействием большого числа случайных факторов. В сложных системах станков с ЧПУ имеют место отклонения конкретных значений параметров от средних величин, а также ошибки, на величину которых влияет сложность структуры и состава элементов. В силу этих причин и причин общего характера в виде отсутствия кадрового и технического обеспечения ремонтных служб управление надежностью станков с ЧПУ в рамках традиционных функций ремонтного персонала предприятия – практически невыполнимая задача. Как специфическая характеристика оборудования надежность требует пристального контроля и исследования в реальных условиях производства, т.к. основные проблемы надежности отечественного оборудования – программное обеспечение и точность функционирования – могут быть разрешены только специалистами, хорошо знающими конструктивно-технологические характеристики моделей станков.

Если учесть, что содержание собственных подразделений, специализирующихся на системной интеграции информации о техническом состоянии оборудования, является емкой функцией, можно рассматривать аутсорсинг как форму передоверения части функций персонала предприятия специалистам в этой сфере деятельности. В связи с этим отказ от действующей модели организации ремонтной деятельности на предприятии основан на представлении о том, что обеспечение надежности работы станков с ЧПУ в действующих условиях производства с учетом их физического и морального износа не всегда может быть достигнуто только силами специалистов ремонтной службы предприятия.

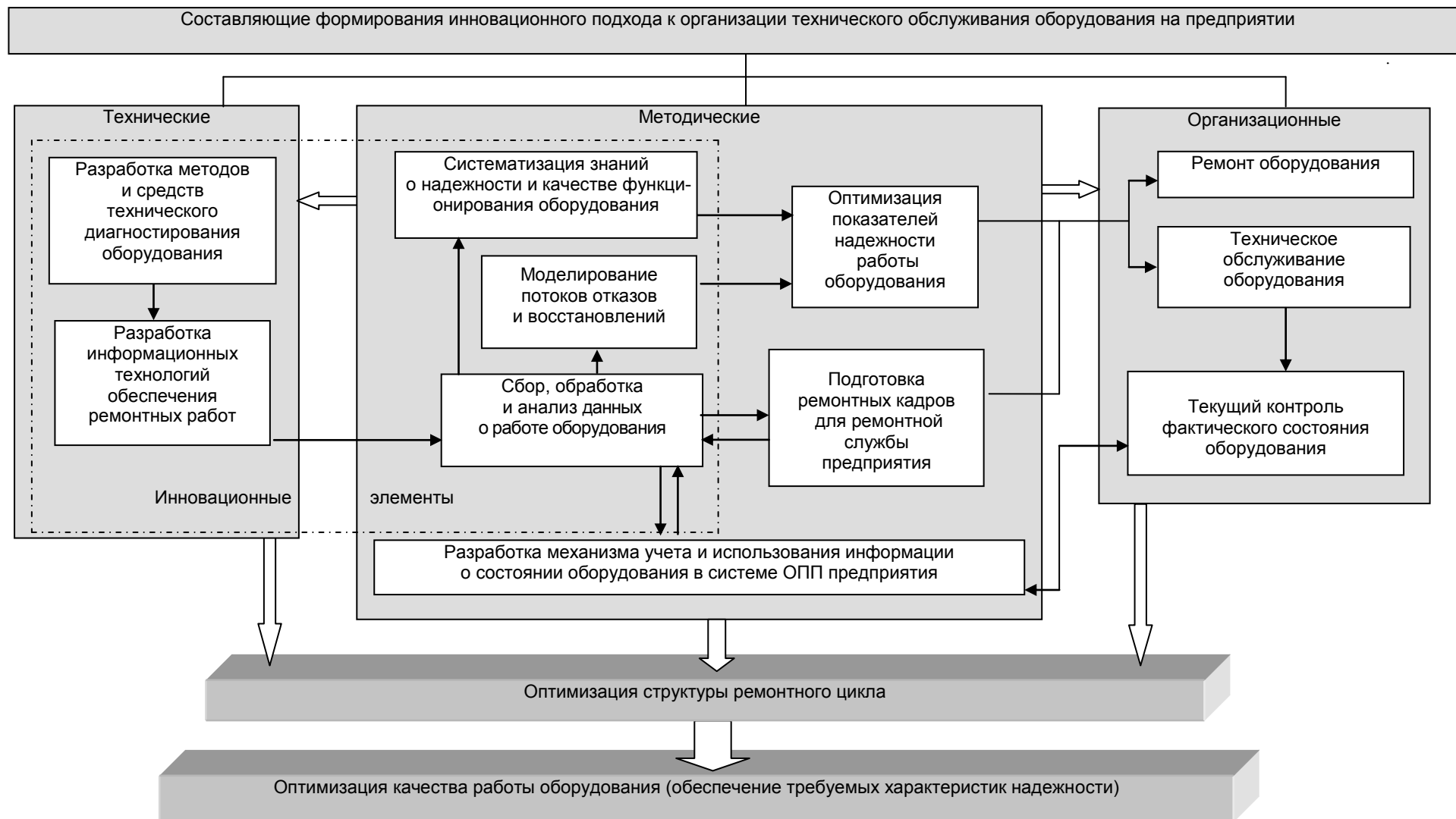


Рис. 2. Взаимосвязь элементов и составляющих обеспечения качества и надежности работы оборудования

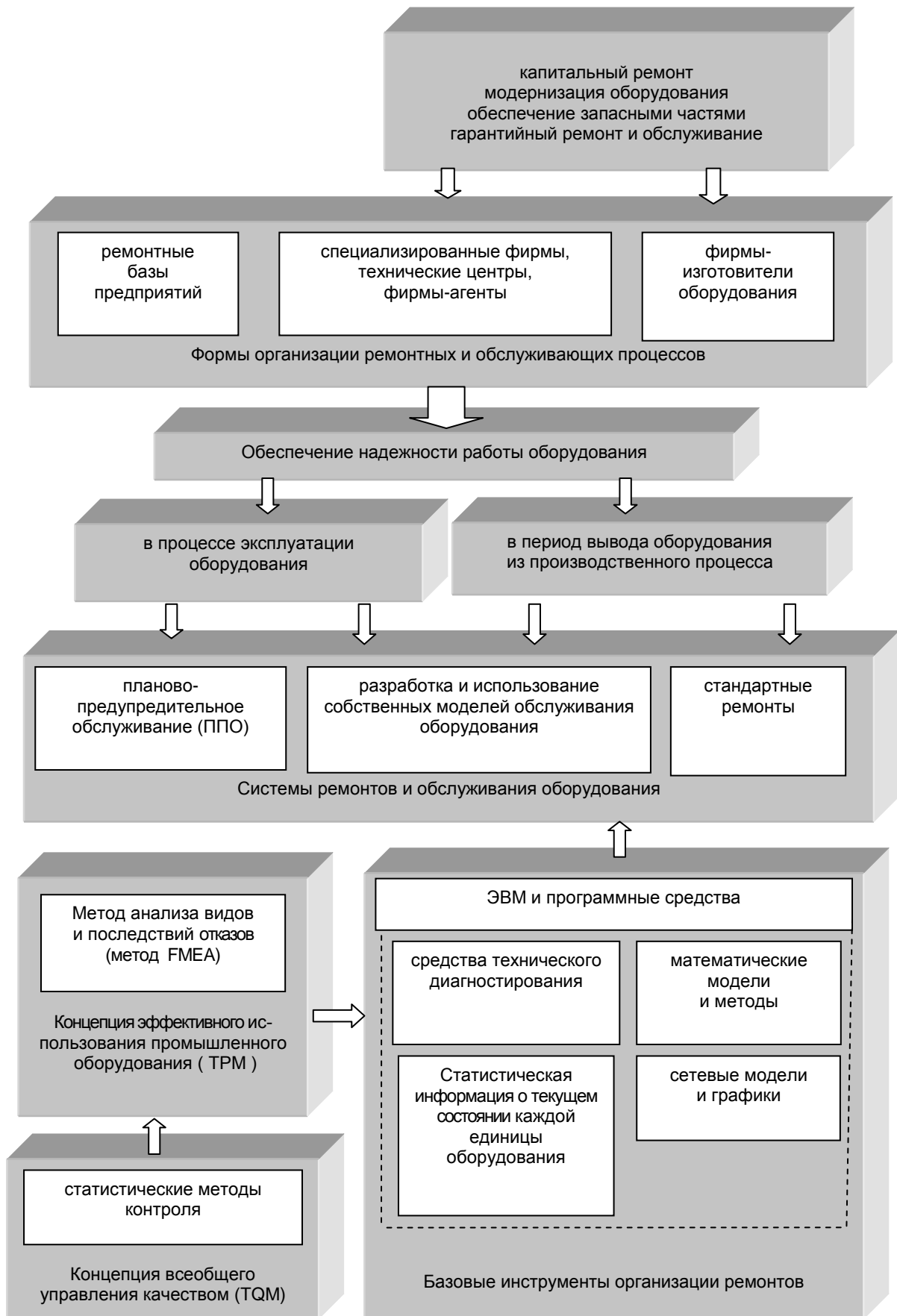


Рис. 3. Основные подходы к организации системы ремонтных и обслуживающих процессов автоматизированного оборудования

Эффективное использование имеющихся и разработка средств диагностирования, встраиваемых в станочные модули, требуют специальных программных продуктов и методов, позволяющих контролировать выходные эксплуатационные характеристики, своевременно вносить поправки в режимы работы станков. Их разработка требует специальных знаний, а установка под конкретные технологии производства очень сложна и часто не соответствует квалификации работников ремонтной службы и требует привлечения специалистов со стороны. В этом случае важной составляющей аутсорсинга будет являться предоставление заказчику своих ресурсов, т.е. сотрудников – инженеров и менеджеров сервисного центра для выполнения задач клиента по обеспечению надежности функционирования станков с ЧПУ. Эти сотрудники будут работать вместе с постоянным персоналом, как если бы они сами являлись сотрудниками организации-заказчика, и здесь уместно использование термина «bodyoutsourcing» или, как говорят на Западе, «продажа» специалистов. Привлечение специалистов со стороны позволит с помощью специальных средств технического диагностирования контролировать выходные эксплуатационные характеристики и своевременно вносить поправки в режимы работы станков, выявлять причины отклонений и брака продукции, а также создать на производстве технологии всеобъемлющего контроля качества, заинтересованность в результатах своей работы всех работающих. Поскольку любые сервисные услуги предполагают только качественные услуги, выполняемые специалистами, аутсорсинг в сфере ремонта можно рассматривать как сервисное обслуживание или как современную форму фирменного ремонта.

Определение целей и задач аутсорсинга в сфере ремонта

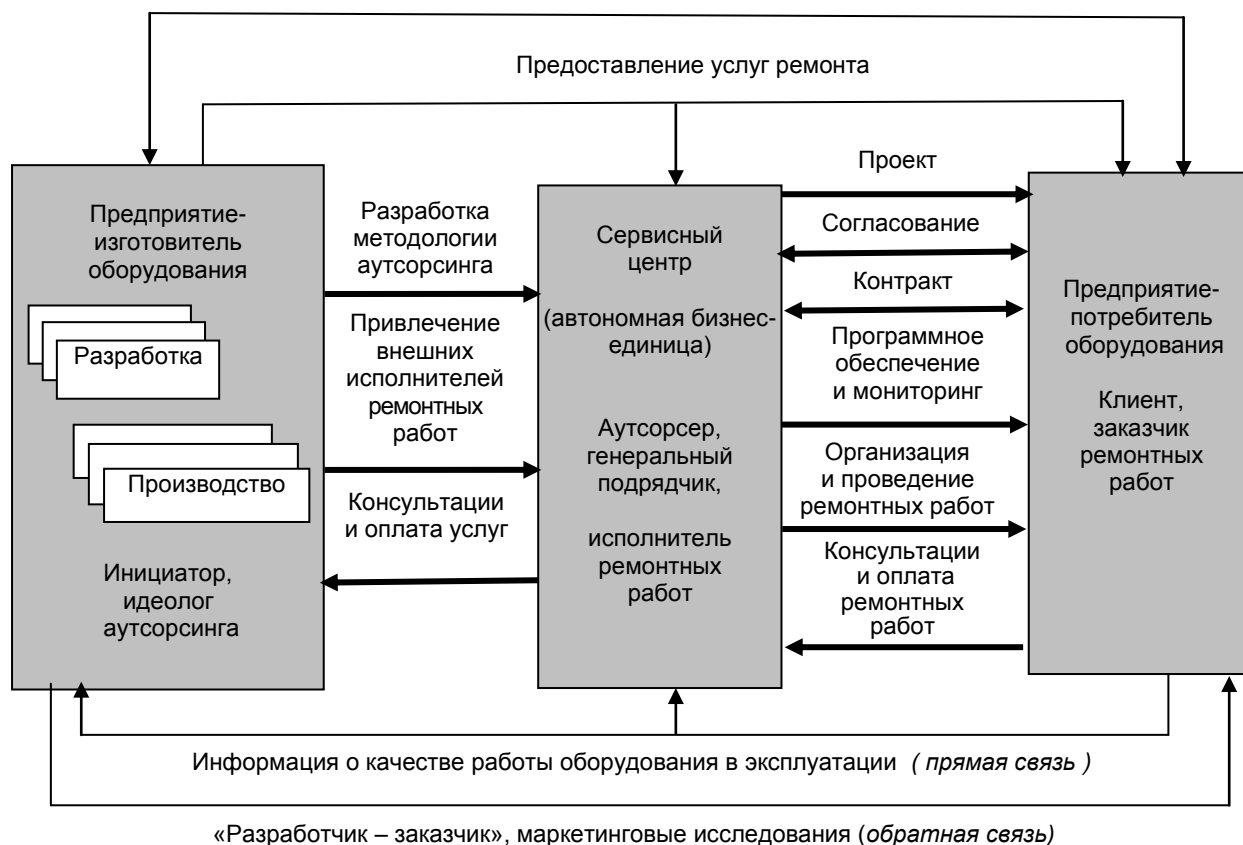


Рис. 4. Общая схема выполнения ремонтных работ в условиях аутсорсинга

Обработка и анализ полученной информации будут служить основой для разработки индивидуальной системы ремонтного обслуживания для каждой единицы оборудования. Правильное делегирование полномочий позволяет рассматривать аутсорсинг как часть стратегии развития фирмы и эффективный мотивированный подход к управлению процессом «проектирование – производство – эксплуатация» с целью снижения общих издержек предприятия-изготовителя оборудования и повышения уровня удовлетворения требований клиентов, аутсорсинг как элемент сервисной деятельности становится инструментом в конкурентной борьбе. Принципы построения такой системы рассматриваются как управленческая логика для развития предприятия. Такой подход позволяет обеспечить текущую связь потенциала предприятия, производящего оборудование, и его производственно-коммерческой стратегии развития, ориентированной на получение эксплуатационных характеристик моделей оборудования, создава-

емых под конкретного потребителя. Возможность достижения данных результатов должна быть одним из условий внедрения аутсорсинга (рис. 4).

Делегирование полномочий сервисным центрам тесно связано с последовательной работой по сокращению персонала ремонтных служб, повышением дисциплины, качества работы, интенсификации труда и росту производительности ремонтных работ. В рамках такой программы некоторые сотрудники могут быть переведены на работу к исполнителю заказов на определенный срок или на постоянной основе.

Учитывая высокую наукоёмкость продукции станкостроения, создание центров по комплексному обслуживанию потребителей не только позволяет преодолеть недостаток жестких систем, сохранившихся в рамках станкостроительных предприятий, но и создаёт предпосылки для более внимательного отношения к отраслевой науке и максимальному использованию преимуществ специализации. Соответственно такие центры будут выполнять определенные функции научно-технических центров. Кроме основных функций по текущему обслуживанию оборудования, в задачи комплексных бригад по обслуживанию оборудования могут входить: изучение потребностей производства в новых видах оборудования, выявление проблем, связанных с внедрением новых моделей оборудования, уточнение потребностей предприятий в обеспечении действующего оборудования комплектующими изделиями и деталями для ремонта, а также оказание различного рода консультаций и помощи в подготовке кадров обслуживающего персонала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Олейникова Е.В. Ремонтное обслуживание оборудования на основе аутсорсинга / Е.В. Олейникова. Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2005. 64 с.
2. Календжян С.О. Аутсорсинг: делегирование управления в стратегии развития компании / С.О. Календжян. М.: Дело, 2003. 226 с.

Олейникова Елена Васильевна –
доктор экономических наук, доцент кафедры
«Экономика и управление в машиностроении» Са-
ратовского государственного технического
университета имени Гагарина Ю.А.

Elena V. Oleynikova –
Dr. Sc., Associate professor,
Department: Economics and Mechanical
Engineering Management,
Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 01.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 001.895:378

Н.В. Астафьева, И.А. Швецов

ПОСТРОЕНИЕ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ПОСТАВЩИКАМИ НА ОСНОВЕ ЛОГИСТИЧЕСКОГО ПОДХОДА

Изложены принципы построения стратегического взаимодействия с поставщиками в ходе осуществления процедуры пополнения запасов и рассмотрена возможная модель применения данного подхода в логистике снабжения.

Логистика, цепь поставок, запасы, дистрибуция, обмен данными, партнерство

N.V. Astafieva, I.A. Shvetsov

ESTABLISHMENT OF STRATEGIC INTERACTION WITH SUPPLIERS ON THE BASIS OF LOGISTIC APPROACH

The article outlines a set of principles of strategic interaction with suppliers by the procedure of stocks replenishment. It also considers the possible pattern of application of the given approach.

Logistics, supply chain, stock, distribution, data interchange, partnership

В процессе развития бизнеса и логистики снабженческая деятельность претерпела существенные изменения. Планирование потребности в сырье, система своевременности производства, новый акцент на качество и производительность потребовали пересмотра традиционных концепций закупок. Развитие новых областей экономики и все более разнообразное предложение товаров на рынках усложнили функции сферы закупок материальных ресурсов.

Значительную часть потребительской ценности, создаваемой в цепи поставок, на сегодняшний день обеспечивают поставщики. В настоящее время компании тратят в среднем примерно 60 % своих доходов на

закупку необходимых им товаров и услуг [1]. Снижение их стоимости в конечном счете приведет к существенному повышению рентабельности предприятия.

На ранних стадиях развития рынка от функции снабжения требовалось только одно – постоянное наличие необходимых ресурсов. Позднее появилось требование обеспечить закупку по минимальной цене. В настоящее время процесс выбора поставщика следует рассматривать как совокупность стоимостных и качественных параметров оказываемых поставщиками услуг. Налаживание стратегических связей с поставщиками в конечном итоге сможет улучшить обслуживание клиентов и тем самым увеличить доходы компании.

С учетом высокой степени влияния уровня производственных запасов на образование и использование дохода предприятия в современных экономических условиях основное внимание уделяется периодичности и надежности поступления партий продукции от поставщиков, определяющим необходимый уровень производственных запасов. А это во многом зависит от обоснованного выбора хозяйственных связей, становящегося неотъемлемым элементом планирования закупок, основанного на логистических принципах.

Традиционно существует практика, при которой заказчики размещают заказы у поставщиков. Несмотря на то, что данный процесс является весьма типичным для снабженцев, ему присуща низкая эффективность. Поставщику приходится делать весьма большие страховые запасы в связи с отсутствием предварительной информации о заказах. Также поставщик зачастую сталкивается с явлением непредвиденного колебания спроса на товар, которое приводит к изменению потребляемого ассортимента, графиков доставки продукции, и в результате к дополнительным логистическим издержкам. Окончательным результатом такой ситуации является ухудшение обслуживания потребителей и неизбежное повышение уровня цен [1].

В связи с этим на современном этапе развития бизнеса и логистики появился альтернативный подход к управлению запасами у потребителя (промышленного предприятия, фабрики, производственного объединения). Потребитель, вместо того, чтобы оформлять заказы на закупку, просто обменивается информацией с поставщиком. Эта информация затрагивает вопросы фактически существующего спроса или продаж продукции, наличие соответствующих запасов у поставщика, осуществление любой маркетинговой деятельности потребителя. На основе данной информации поставщик берет на себя ответственность за пополнение материальных запасов потребителя. Система с приемом заказов трансформируется в новую систему, когда потребителям выдается информация о низших и высших пределах запасов, которые им разрешается иметь в наличии. Поставщик же несет ответственность за поддержание необходимого количества запасов у потребителя.

Данная логистическая концепция управления пополнением запасов получила название VMI (Vendor Managed Inventory). В ходе применения данной концепции происходит тесное сотрудничество между заказчиком и поставщиком, а процедура управления запасами становится совместной. Для потребителя в данном случае выгодно, что уровень запасов может быть значительно уменьшен, в то время как риск дефицита снижается. Преимущества для поставщика заключаются в получении доступа к информации о реальном спросе, благодаря которой появляется возможность лучше планировать график производства [1].

Согласно концепции VMI, поставщик получает электронные данные по системам связи и информации EDI (Electronic Data Interchange), которые отражают объемы продаж заказчика и его уровни запасов. Поставщик может видеть всю картину по остаткам по всей номенклатуре, а также реальную картину о спросе конечных потребителей. Производитель несет ответственность за планирование и выполнение планов по уровням запасов. Поставщик же осуществляет расчет необходимых заказов для поставки заказчику [1].

В настоящее время концепция VMI реализуется в основном на двух уровнях:

1) дистрибьютор управляет запасами производителя. VMI в этом контексте также называется Efficient Consumer Response, ECR (Эффективная реакция заказчика). При этом производитель владеет товарно-материальными запасами, несмотря на то, что заказ на пополнение осуществляется дистрибьютером;

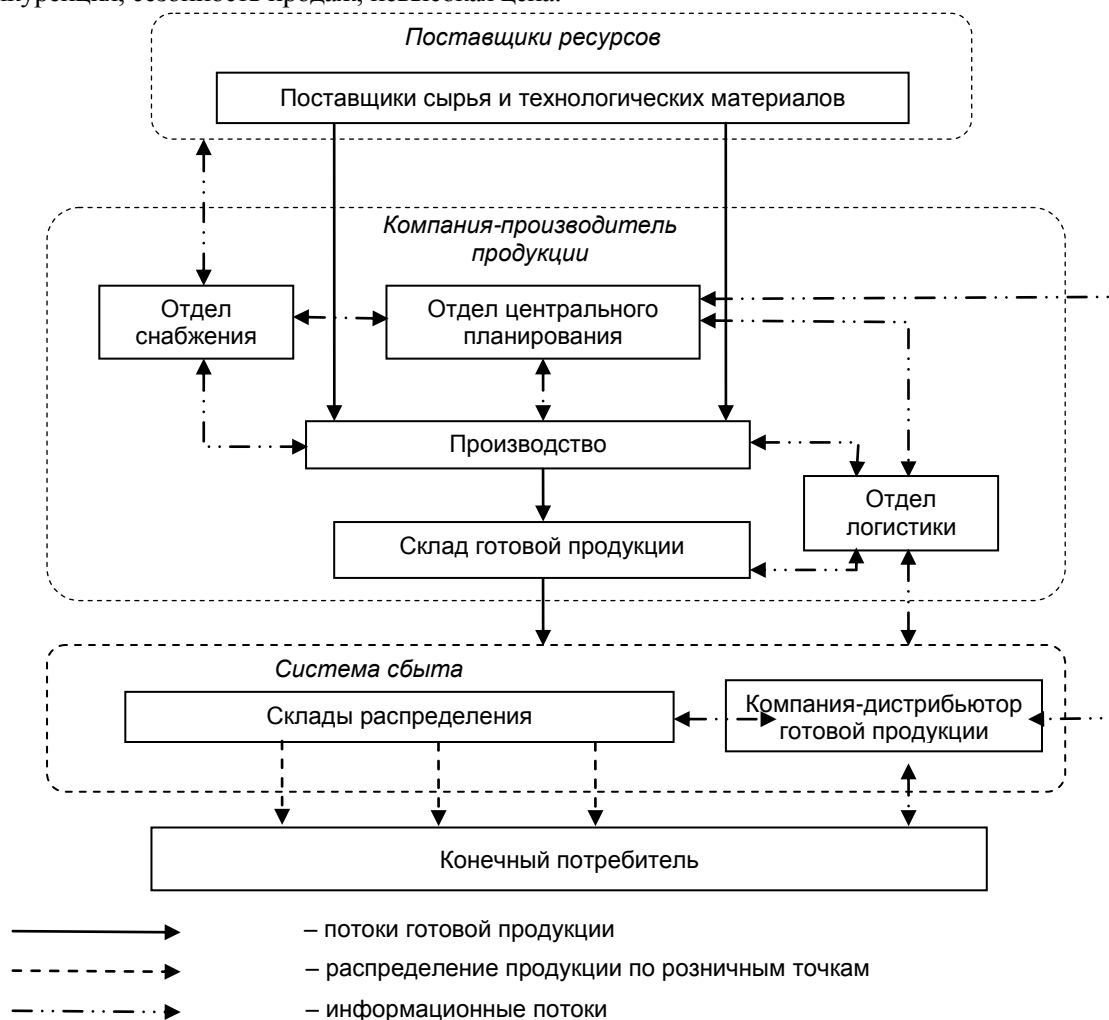
2) производитель управляет уровнем запасов на складах дистрибьютора. При этом дистрибьютор владеет товарно-материальными запасами, несмотря на то, что заказ на пополнение осуществляется производителем [2].

Концепция VMI основана на убеждении в том, что производитель занимает лучшие позиции для управления товарно-материальными запасами, так как имеет больше информации относительно производственных возможностей и сроков. Кроме того, передача производителю функции управления товарно-материальными запасами дистрибьютора сокращает логистическую цепочку, увеличивая прозрачность поставок и уменьшая общий уровень запасов. Для управления поставками в соответствии с VMI-подходом производителю на регулярной основе требуются данные по продажам, передаваемые дистрибьютором посредством EDI, другим электронным способом, либо через традиционных агентов, например при помощи RFID-технологии. На основании полученных данных производитель видит актуальную картину по остаткам продукции на складах дистрибьютора, динамике спроса конечных потребителей и рассчитывает объем заказа для отгрузки дистрибьютору.

Основные условия реализации концепции VMI заключаются в следующем. В первую очередь, поставщик должен обладать высокой компетентностью в технологиях пополнения заказов. Кроме того, организация эффективного функционирования концепции VMI требует серьезных инвестиций в налаживание процессов обмена информацией между компаниями-партнерами. Принятие решения об использовании VMI является решением о стратегическом сотрудничестве. Необходимо понимать, что при внедрении концепции VMI есть вероятность столкнуться с проблемами, не учтя которые, можно негативно настроить стороны по отношению друг к другу. Существенные разногласия в союзе заказчика и поставщика могут вызвать различное понимание системы и принципов расчета. Заказчик должен полностью согласиться с нормами запасов, которые предлагает поставщик. Стороны должны согласовать частоту пополнения запасов. Также необходимо уделить внимание корректности данных, которые заказчик предоставляет по системе EDI. Предоставленные данные должны отражать реальную картину спроса [3].

Следует учесть, на наш взгляд, что данная схема наиболее оптимально функционирует в рамках одной организации, когда поставщики являются дочерними компаниями. В остальных случаях зачастую возникают проблемы. Поэтому наиболее целесообразно создавать совместные предприятия либо кластеры с поставщиками для более свободного обмена информацией и повышения контроля. Также целесообразно проводить совместные проекты с поставщиками и обмениваться передовой практикой.

Рассмотрим возможность применения концепции VMI на примере взаимодействия компаний в области реализации товаров повседневного спроса (рисунок). Данная категория товаров характеризуется следующими чертами: высокая частота обновления ассортимента; большое число розничных точек продаж; сильная конкуренция; сезонность продаж; невысокая цена.



Модель цепи поставок в рамках концепции VMI

Получить конкурентные преимущества в этих условиях возможно за счет снижения потребительской стоимости, ускорения реакции на изменение картины спроса, а также за счет хорошо налаженной сети сбыта. Этого можно достичь за счет совершенствования взаимодействия производителя и дистрибьютора в области обмена информацией по процедуре пополнения запасов. Реализуя данный подход, дистрибьютор

по каналу EDI предоставляет стратегическую информацию о потребительском спросе и планы по продажам в отдел центрального планирования предприятия-производителя, которое будет являться поставщиком в данной схеме.

Исходя из полученной информации, отделом планирования формируются производственные графики и расписания. График производства рассчитывается таким образом, чтобы минимизировать уровень запасов на собственных складах, экономя тем самым оборотные средства. Отдел логистики предприятия-производителя координирует отгрузку, транспортировку и пополнение запасов готовой продукции на складах распределения дистрибьютора. Склады распределения могут быть в собственности дистрибьютора, либо предоставляться сторонними фирмами (3-PL провайдерами). Товарный запас может предоставляться на условиях покупки дистрибьютором, либо на условиях ответственного хранения, когда расчеты производятся только после реализации продукции конечному потребителю.

Благодаря постоянному электронному обмену информацией между производителем и дистрибьютором, значительно сокращается время на подготовку заказа, повышается надежность доставки. Запасы на складах дистрибьютора теперь регулируются самим производителем – пропадает необходимость в больших страховых запасах. Для дистрибьютора также существенно сокращаются затраты на закупку и управление запасами, т.к. данные операции производятся за счет информационных технологий производителя. Производитель получает возможность более точно прогнозировать спрос и наиболее оптимально выстраивать графики производства. Используя концепцию VMI, производитель получает возможность видеть потенциальную потребность дистрибьютора еще до того как заказ сделан. Повышение рентабельности предприятия-дистрибьютора дает возможность производителю повысить отпускную цену.

Таким образом, в результате совместного планирования и постоянного обмена информацией налаживаются долгосрочные стратегические связи между компаниями, а дистрибьютор и производитель начинают действовать как единая команда.

По мнению авторов, данную схему можно расширить за счет налаживания отношений в рамках концепции VMI между производителем и поставщиками сырья и технологических материалов. Поставщики должны будут обеспечивать пополнение запасов необходимых материалов, ориентируясь на информацию, предоставленную отделом снабжения и отделом логистики предприятия-производителя. Данная информация, в свою очередь, будет являться отражением тех данных, которые предоставил дистрибьютор. Таким образом, все участники данной цепи в конечном итоге будут заинтересованы в повышении качества обслуживания конечного потребителя. Весь поток – от создания до реализации – становится полностью скоординированным, позволяя предприятиям, участвующим в данной цепи, оптимизировать свои внутренние процессы и функционировать наиболее эффективно. Компании, участвующие в данном процессе, образуют мощнейший механизм, в котором достоверность предоставляемых данных и скорость обмена информацией будут играть ключевую роль.

К сожалению, на российском рынке концепция VMI используется весьма ограниченно. В основном она находит применение в компаниях с иностранным капиталом. Причиной тому является недоверие со стороны российских компаний и нежелание делиться стратегической информацией о своем бизнесе. Тем не менее концепция VMI имеет большой потенциал. Для успешного ее внедрения на российском рынке отечественным компаниям необходимо изменить тактику взаимодействия с поставщиками в области обмена информацией, а также осознать необходимость применения комплексного подхода к их выбору. Необходимо в полной мере оценить преимущества долгосрочного партнерства с проверенным и надежным поставщиком, что возможно только за счет установления доверительных отношений.

С развитием экономических отношений в России, как и во всех странах с развитой экономикой, будет приобретать все большее значение получение прибыли за счет снижения издержек производства, а также снижения риска получения прибыли, то есть должно возрастать число устойчивых деловых связей между партнерами, основанных на логистических принципах.

Повышение способности логистики снабжения наилучшим образом реагировать на все более жесткие требования конкуренции представляет собой один из важнейших способов обеспечения долгосрочных отношений между потребителем и поставщиком. Это обстоятельство особенно отчетливо просматривается в сферах перемещения товаров и послепродажного обслуживания, где качество услуги способствует обеспечению постоянных контактов с потребителями и росту доходов предприятия. Одной из важнейших задач, решаемых логистикой снабжения, при этом становится организация таких логистических связей между поставщиками и потребителями продукции, которые приводят к рационализации транспортных процессов и выбору правильных форм и методов закупок, а также установлению и укреплению взаимовыгодных партнерских отношений с поставщиками.

В целом концепцию VMI следует рассматривать как один из мощнейших инструментов управления цепями поставок при взаимодействии с поставщиками, однако важно правильно определить области ее применения, а также возможности и опасности, которые возникают при ее внедрении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Логистика: учеб. / В.В. Дыбская, Е.И. Зайцев, В.И. Сергеев, А.Н. Стерлигова; под ред. В.И. Сергеева. М.: Эксмо, 2009. 944 с. (Полный курс MBA).
2. VMI (Vendor Managed Inventory) – запасы, управляемые поставщиком. Сайт: <http://www.bsc-consulting.ru/company/analytics/vmi>.
3. Эффективное управление запасами / Джон Шрайбфедер; пер. с англ. 2-е изд. М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. 304 с.

Астафьева Наталия Валерьевна – доктор экономических наук, заведующая кафедрой «Экономика и управление на транспорте» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Natalia V. Astafieva – Dr. Sc.
Head: Department of Economics and Logistics
Gagarin Saratov State Technical University

Швецов Игорь Александрович – студент кафедры «Экономика и управление на транспорте» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Igor A. Shvetsov – Undergraduate
Department of Economics and Logistics
Gagarin Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 24.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 338.2

Н.Ф. Грибанова

ОЦЕНКА ТЕХНИКО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РИСКОВ В СТРАТЕГИЧЕСКОМ УПРАВЛЕНИИ СТОИМОСТЬЮ ПРЕДПРИЯТИЯ

Управление стоимостью предприятия представляет собой комплексный и целенаправленный процесс изучения состояния и тенденций развития основных элементов стратегии управления предприятием, форм и порядка их взаимодействия. Главное место в процессе принятия таких управленческих решений на этапе формулировки и оценки альтернатив отводится исследованию технико-производственных рисков. Качественный анализ рисков по предполагаемым изменениям в производственно-хозяйственной деятельности предприятия позволяет найти механизмы минимизации этих рисков. Поиск оптимальных или близких к оптимальным решений базируется на соотношении степени риска и значимости мероприятия в системе управления стоимостью предприятия.

Управление стоимостью предприятия, риски, стратегический анализ, производственно-хозяйственная деятельность

N.F. Gribanova

EVALUATING TECHNICAL AND PRODUCTION RISKS IN COST STRATEGIC MANAGEMENT

Value based management is a comprehensive and purposeful process of studying the status and trends in the development of the core elements of the strategy management of an enterprise, the forms and procedures of their interaction. The most important place in adopting such managerial decisions at the stage of formulation and evaluation of alternatives is allotted to the study of technical and production risks. Qualitative risk analysis by expected changes in production and business activities of an enterprise allows to determine the mechanisms for minimizing these risks. The search for optimal or near-optimal solutions is based on the ratio of the degree of the risk, and the significance of the event in the system of managing the value of companies.

Enterprise value management, risks, strategic analysis, production-economic activities

В современных условиях предприятия сами разрабатывают концепцию и стратегию управления стоимостью, оценивая имеющиеся производственные и финансовые ресурсы, определяя основные этапы развития и темпы обновления. В результате организация формирует методы стратегического анализа и управления показателями деятельности, отражающими влияние принятых управленческих решений на стоимость предприятия. Эффективность стратегического управления предприятием определяется не его ликвидностью или рентабельностью, не величиной прибыли, а увеличением стоимости бизнеса. Это значит, что грамотно управляемое предприятие со временем увеличивает свою стоимость, а следовательно, величина стоимости является объектом стратегического планирования, мониторинга и управления.

В стратегическом анализе управления стоимостью организации важна классификация рисков (рис. 1).

Деловые риски связаны с возможностью ухудшения общего финансово-экономического состояния предприятия, снижением стоимости капитала (акций, облигаций), возможно, за счет неэффективных инвестиций.

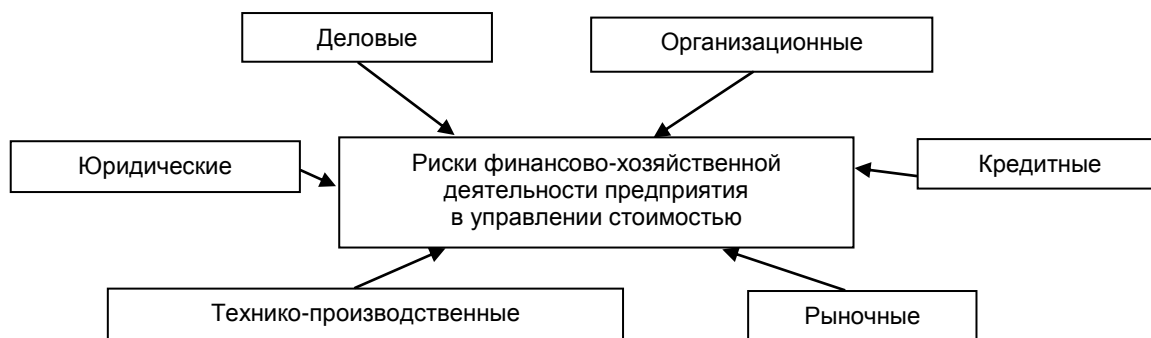


Рис. 1. Классификация рисков, применяемая в управлении стоимостью предприятия

Организационные риски вызваны ошибками управления предприятия (в том числе и при принятии решений), несовершенством организационной структуры, низкой квалификацией сотрудников; их неэффективным контролем и стимулом.

Рыночные риски связаны с нестабильностью экономической конъюнктуры: риск финансовых потерь из-за изменения цен, риски колебания валютных рынков, риск потери ликвидности, риск ценовой инфляции и пр.

Кредитные риски связаны с неисполнением кредитных обязательств в срок с обеих сторон.

Юридические риски связаны с тем, что законодательство или не было учтено вообще, или изменилось в период сделки; риск несоответствия законодательств разных стран; риск некорректно составленной документации, в результате чего контрагент не в состоянии выполнять условия договора и пр.

Технико-производственные риски обусловлены риском нанесения ущерба окружающей среде (экологический риск); возникновения аварий, пожаров, поломок на производственных линиях; нарушения функционирования объекта вследствие ошибок при проектировании и монтаже, несоблюдения производственных технологий и процессов; ряд строительных рисков, энергетические риски и пр.

В вопросах стоимости бизнеса на первый план выходит минимизация технико-производственных рисков. Кредитные риски в настоящее время (за исключением рисков, связанных с дебиторской задолженностью) не оказывают заметного влияния на деятельность предприятия. Это объясняется неразвитостью фондового рынка (отсутствие портфельных рисков) и низкой кредитоспособностью предприятий. Валютные риски оказывают небольшое влияние на деятельность предприятия, если оно не выполняет валютные расчеты на внешнем рынке.

Качественная оценка информации о рисках, влияющих на стоимость предприятия, позволит систематизировать риски организации и разработать методику их комплексной оценки, что позволит разработать эффективный механизм управления стоимостью организации.

Принятие эффективных управленческих решений, связанных с оценкой рисков в управлении стоимостью предприятия, возможно только при наличии качественной и объемной информации о рисках, которая позволит:

- получать необходимую для принятия стратегических решений информацию о бизнесе;
- следить за последствиями управленческих и организационных решений;

– наблюдать за эффективностью деятельности как всего предприятия, так и каждого структурного подразделения, а в некоторых случаях оценивать и эффективность отдельных операций.

Информацию о рисках предприятия по способу ее получения можно разделить на внешние и внутренние источники. К внутренним источникам информации о рисках предприятия служит документированная информация: бухгалтерские балансы, финансовые и экономические отчеты, договоры и контракты, техническая документация, карты технологических потоков, данные управленческого учета, кадровые отчеты. Такую информацию можно легко структурировать по внутренним рискам предприятия. Внешние источники информации: периодические издания и пресса, состояние фондовых и валютных рынков, конъюнктура потребительского рынка, состояние экономики и покупательская способность могут влиять напрямую и косвенно на внешние риски организации. К методам получения информации относятся анализ данных и экспертный метод, статистические и вероятностные методы, использование агентурных сведений.

Качественная оценка рисков подразумевает: выявление рисков, присущих реализации предполагаемого решения; определение количественной структуры рисков; выявление наиболее рискоопасных областей в разработанном алгоритме принимаемого решения.

Механизм управления стоимостью бизнеса с учетом рисков (рис. 2) должен базироваться на следующих принципах:

- управленческое решение, основанное на анализе рисков, не должно понижать стоимость предприятия;
- это решение не должно противоречить стратегии предприятия;
- принятие решений базируется на качественной информации о рисках;
- управление стоимостью с учетом рисков предполагает динамический контроль основных показателей деятельности предприятия и оперативную коррекцию принимаемых управленческих решений.



Рис. 2. Алгоритм управления рисками в стратегическом анализе стоимости предприятия

Задачей качественного анализа риска является выявление источников и причин риска, этапов и работ, при выполнении которых возникает риск. Для осуществления данной процедуры предлагается использовать таблицу качественного анализа. В данной таблице по строкам представлен алгоритм действий при принятии решения, а по столбцам – фиксированные ранее риски.

Так, на примере предприятия «Лесоторговая биржа» выполним качественный анализ рисков для решения установки нового конвейерного оборудования и его последствий (табл. 1).

На этапе количественного анализа риска вычисляются числовые значения вероятности наступления рисков событий и объема вызванного ими ущерба или выгоды.

Качественный анализ рисков

Риски Виды работ	Деловые	Организа- ционные	Рыноч- ные	Кредитные	Юридические	Технико- производ- ственные
Инвестирование в новое оборудование	+	+		+	+	
Установка конвейерного оборудования		+				+
Обучение персонала		+		+	+	+
Увеличение выпуска продукции			+			+

Составляется таблица составляющих рисков, на основе экспертных, теоретических и эмпирических данных составляющим присваиваются значения рисков и выводится среднеарифметическое значение риска. Риски, превышающие величину 0,8, будем считать критическими.

Таблица 2

Технико-производственные риски (фрагмент)

№	Составляющая риска	Риск	Оценка	Качество информации
1.	Размещение оборудования - проанализированы габариты оборудования, оптимальное размещение в отведенном месте, подготовлены коммуникации (водоснабжение, электроэнергия); - под оборудование выделено место; - вопрос не прорабатывался.	0,2	0,2	0,7
		0,5		
		0,9		
2.	Установка оборудования - специалистами от производителя; - привлечение квалифицированных специалистов; - собственными силами.	0,2	0,7	0,8
		0,7		
		0,8		
3.	Тестирование оборудование - проводить пробные запуски - не проводить тестирование	0,3	0,3	0,8
		0,8		
4.	Вредное воздействие на окружающую среду и обслуживающий персонал - проводить измерения ПДН и ПДУ шума, вибрации, химического воздействия; выполнить мероприятия по заземлению, пожаротушению и пр. - данный вопрос не рассматривался	0,2	0,2	0,7
		0,8		
5.	Отказ в работе оборудования - во время гарантийного обслуживания - во время постгарантийного обслуживания - по окончании срока службы	0,2	0,8	0,2
		0,8		
		0,1		
	Средний балл		0,44	0,64

По эмпирической шкале рисков [1, 2] значение технико-экономического риска для работ по установке конвейерного оборудования соответствует значению «средний» – вероятность наступления отрицательных последствий незначительна, факторами, негативно влияющими на стоимость бизнеса, в данном случае могут выступать: а) привлечение специалистов по установке оборудования аутсорсинговой компании, а не производителя, б) ремонт оборудования за свой счет в сроки послегарантийного обслуживания. По среднему баллу качество информации оценивается как удовлетворительное за счет вероятностной природы события «отказ в работе оборудования».

Следующим шагом будет составление сводной таблицы рисков и качества информации, по ней также определяются средние показатели. В вышеуказанном случае влияние рисков и качество информации по установке конвейерного оборудования на предприятии с целью повышения его стоимости оценивается как «среднее» (0,54 / 0,76).

Средний показатель риска по реконструкции производственного процесса позволяет принять такое решение на предприятии для повышения его стоимости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лапушта М. Риски в предпринимательской деятельности / М. Лапушта. М.: ИНФРА-М, 1998.
2. Гарантуров В. Экономический риск / В. Гарантуров. М.: Дело и Сервис, 1999.
3. Р-система: Введение в экономический шпионаж. Кн. 1, 2. М.: Хамтек паблишер, 1997.
4. Кинев Ю.Ю. Оценка рисков финансово-хозяйственной деятельности предприятий на этапе принятия управленческого решения / Ю.Ю. Кинев // Менеджмент в России и за рубежом. 2000. № 5.

Грибанова Наталья Федоровна – старший преподаватель кафедры «Вычислительная техника» Поволжского филиала Московского государственного университета путей сообщения

Natalya F. Gribanova – Senior Lecturer
Department of Computer Science
Volga Region Branch of Moscow State University of Transportation Network

Статья поступила в редакцию 24.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 338.1

И.А. Семенов, А.А. Носков

МОДЕЛЬ РАСЧЕТА ОБЩИХ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ИЗДЕРЖЕК МЕТОДОМ МНОЖЕСТВЕННОЙ РЕГРЕССИИ

Представлена модель расчета общих логистических издержек методом множественной регрессии. На основе модели рассчитан показатель логистических издержек в экономике России. Ранее в России расчет данного показателя носил оценочный характер, поэтому, по существу, модель множественной регрессии является новой, так как основывается на реальных статистических данных.

Множественная регрессия, модель, издержки

I.A. Semenov, A.A. Noskov

A MODEL FOR CALCULATING THE OVERALL LOGISTICS EXPENSES BY MEANS OF MULTIPLE REGRESSION

The authors present the model for estimating the overall logistical costs by means of multiple regression. The sum of the overall logistical costs in Russian economy was calculated using the model. In Russia there were only approximate assessments made based on the real data. Therefore it may be concluded that the model can be estimated as new due to the fact that it is based on real statistics.

Multiple regression, model, expenses

Многие страны (США, Китай и др.) уделяют большое внимание анализу состояния логистики в своих странах, выпуская ежегодный отчет о состоянии логистики [1-4]. Эти исследования проводятся специальными лабораториями, что позволяет наиболее полно и глубоко изучить все процессы, связанные с логистикой.

Помимо отчетов, которые проводят страны о состоянии их внутренней логистики, Мировой Банк публикует ежегодный отчет об уровне ее развития в мире (LPI – индекс [6]).

Данные об уровне логистики в стране и LPI находятся в свободном доступе и могут быть использованы инвесторами для оценки возможных рисков, связанных с логистикой, при разработке стратегии развития транспортно-логистического комплекса стран [7, 8]. В России подобные научные исследования не носят системный и постоянный характер. В то же время в Российской Федерации разрабатывается стратегия развития транспортной отрасли до 2030 года [5]. Данная стратегия подразумевает комплексное развитие инфраструктуры страны и предлагает три варианта развития транспортного сектора экономики: инерционный, энергосырьевой, инновационный.

Во всех вариантах стратегии основные точки роста – сырьевой сектор экономики, а также повышение возможности экспорта транзитных услуг России. Предполагается развитие инфраструктур, в первую очередь для экспортноориентированных секторов экономики.

К сожалению, в связи с отсутствием реально просчитанных экономических показателей, на наш взгляд, данная Стратегия является не до конца проработанной.

Во-первых, статистика показывает [9], что более 80% всего экспорта в 2009 году – это сырье (углеводороды, металлы, удобрения и др.). В стратегии развития транспорта в России до 2030 г. предполагается, что сырье будет основным объектом в развитии новой инфраструктуры. За последние 10 лет прирост в физическом объеме производства сырья составлял от 2 до 34 % [9], в то время как многие отрасли несырьевого сектора экономики росли в разы быстрее (например: сельское хозяйство – рост в более чем в 2 раза, объем работ, выполненных в строительстве вырос почти в 7 раз, розничная торговля – рост в 2,4 раза). Следовательно, необходимо уделить большее внимание в стратегии развития транспорта России до 2030 года другим секторам экономики.

Во-вторых, в Стратегии не приводятся расчеты стоимости хранения запасов, что, в свою очередь, не позволяет оптимизировать эту составляющую общих логистических затрат.

В-третьих, отсутствует показатель общих затрат на логистику. Отсутствие этого показателя не дает возможности реально оценивать эффективность логистических процессов.

Поскольку показатель общих логистических издержек является ключевым, необходимо хотя бы в первом приближении рассчитать его.

Для расчета общих логистических затрат в РФ воспользуемся регрессионным анализом. Уравнение множественной регрессии запишем в виде

$$Y = a + b_1 * X_1 + b_2 * X_2 + b_3 * X_3 + b_4 * X_4 + b_5 * X_5 + b_6 * X_6 + b_7 * X_7, \quad (1)$$

где Y – результирующий признак уравнения множественной регрессии (общие логистических затраты); a, b_i – параметры уравнения множественной регрессии; X_i – фактор – признак уравнения множественной регрессии.

В качестве факторов – признаков были выбраны следующие:

ВВП (млрд. долл.)

Импорт (млрд. долл.)

Экспорт (млрд. долл.)

Население (млн. чел.)

Площадь (млн. км²)

Транспортные затраты (млрд. долл.)

Затраты на хранение (млрд. долл.)

При определении факторов – признаков модели множественной регрессии за основу была взята работа американских ученых А.М Родригеса, Д.Ж. Бауэрсокса, Р.Д. Калантона, в которой в качестве некоторых входных элементов нейронной сети, использовались показатели, представленные выше.

Выдвинем гипотезу, что параметры уравнения множественной регрессии для РФ будут, по существу, равны параметрам уравнения множественной регрессии, построенной для 5 стран, где факторы – признаки будут зависеть не от времени, а от страны. Модель будет построена для стран с похожими с РФ географическими показателями Канады, Китая, Индии, США и Бразилии.

Все необходимые показатели для построения и расчета модели множественной регрессии представлены в табл. 1 [1-3, 10-12].

На основе данных, приведенных в ней, рассчитаем коэффициенты множественной регрессии.

Как видно из этой таблицы, не все факторы имеют одинаковые единицы измерения, поэтому необходимо привести их к единому показателю.

Таблица 1

Статистические показатели

Показатели	Стран					
	Китай	Канада	США	Индия	Бразилия	России
ВВП, млрд. долл. (X ₁)	2680	1450,0	13300	2703	943	1463
Импорт, млрд. долл. (X ₂)	791,5	357,7	1919,4	174,8	95,9	172,7
Экспорт, млрд. долл. (X ₃)	833,3	389,5	1038,3	120,3	137,5	290,7
Население приведенный (X ₄)	1300	32	309	1210	190	142
Площадь приведенный (X ₅)	9600	9984	9500	3287	8514	17100
Транспортные затраты, млрд. долл. (X ₆)	279,6	135,5	635	54,7	68,9	114,7
Затраты на хранения, млрд. долл. (X ₇)	159	68,6	446	31,8	32,3	76,5
Общие логистические издержки, млрд. долл. Y _i	508,9	352,35	1305	90	104,4	-

Одним из вариантов приведения может быть метод ранжирования. Суть его заключается в том, что по каждому фактору определяем максимальный показатель и делим на него все показатели по этому фактору. Результаты ранжирования приведены в табл. 2.

Статистические показатели

Показатели	Стран					
	Китай	Канада	США	Индия	Бразилия	Россия
ВВП, млрд. долл. (X_{1i})	0,20	0,11	1,00	0,20	0,07	0,11
Импорт, млрд. долл. (X_{2i})	0,41	0,19	1,00	0,09	0,05	0,09
Экспорт, млрд. долл. (X_{3i})	0,80	0,38	1,00	0,12	0,13	0,28
Население приведенный (X_{4i})	1,00	0,02	0,24	0,93	0,15	0,11
Площадь приведенный (X_{5i})	0,56	0,58	0,55	0,19	0,50	1,00
Транспортные затраты, млрд. долл. (X_{6i})	0,44	0,21	1,00	0,09	0,11	0,18
Затраты на хранения, млрд. долл. (X_{7i})	0,36	0,15	1,00	0,07	0,07	0,17
Общие логистические издержки, млрд. долл. Y_i	0,39	0,27	1,00	0,07	0,08	-

Параметры уравнения множественной регрессии оцениваются методом наименьших квадратов. При его применении строится система нормальных уравнений, решение которых позволит получить оценки параметров регрессии [11]. Далее, построив систему нормальных уравнений, используя «анализ данных» Microsoft Excel, найдем параметры множественной регрессии. Результаты расчетов приведены в табл. 4.

Следующим шагом будет расчет общих логистических затрат в России методом множественной регрессии. В данной модели будут использованы параметры модели, построенной выше.

Таблица 3

Коэффициенты уравнения множественной регрессии

Параметр	Значение
a	0
b1	1,136
b2	-0,71
b3	1,08
b4	0,189
b5	-0,061
b6	-0,428
b7	0,001

Используя данные табл. 2 и 3, рассчитаем уровень общих логистических затрат и построим модель множественной регрессии для России. В соответствии с построенной моделью получим 7717,3 млрд. руб затрат на логистику в РФ, что соответствует 18,6% от ВВП страны в 2008 году. Среднемировой уровень логистических затрат приблизительно равен 14 %. Если в нашей стране удастся сократить логистические затраты до среднемировых значений, то это может дать экономию в размере 1905 трлн. руб.

Однако в различных источниках значения общих логистических затрат в России варьируются. Например, В.И. Сергеев оценивает затраты на логистику равными 25-30% от ВВП, Н. Овчаренко и Н. Титюхин – 18-23% от ВВП, М.М. Виноградский – 25% от ВВП, К. Власов – 13,4% от ВВП. Эти значения носят оценочный характер и не имеют четкой методики расчета. Разработанный метод расчета общих логистических затрат на основе модели множественной регрессии, включающий одновременно несколько факторов-признаков, является, по существу, новым не оценочным методом расчета, основанным на реальных статистических данных. Благодаря этому можно оценить уровень логистических затрат в России и сравнить его с другими странами. Это позволит оценить эффективность управления логистикой в стране. Также используя данный показатель, могут быть найдены пути его оптимизации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Wilson R. 18th Annual State of logistics Report. The new face of Logistics / Rosalyn Wilson. Washington, 2007.
2. Logistics in China. A Hong Kong partnership and a member firm of the KPMG network of independent member firms affiliated with KPMG international, 2008.
3. State of logistics: the canadian report 2008
4. Supply chain report 2008. Logistics Association of Australia Ltd. www.laa.asn.au
5. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 22 ноября 2008 г. № 1734 р. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года.
6. <http://info.worldbank.org/etools/tradesurvey/mode1b.asp> LPI – index.
7. China 2015: Transportation and Logistics Strategies. A.T. Kearney

8. H. Rodolfo. Program to support the national logistics policy / Huici Rodolfo. Colombia. 2011
9. Российский статистический ежегодник. 2010: стат. сб. / Росстат. М., 2010. 813 с.
10. http://www.wto.org/english/res_e/statis_e/statis_e.htm International trading statistics, 2007.
11. Эконометрика: учеб. / под ред. И.И. Елисеевой. М.: Финансы и статистка, 2002. 344 с.
12. The Indian Logistics Industry, an Overview, Dewan P.N Chopra Consultants Private Limited, New Delhi, 2006.
13. Logistic Costs and Brazilian Regional Development (part of the world bank research), Brasil, 2006.

Семенов Илья Александрович –
аспирант кафедры «Логистика
и организация перевозок»
Санкт-Петербургского государственного
инженерно-экономического университета

Илья А. Semenov –
Postgraduate
Department of Logistics
Saint Petersburg State University of Engineering
and Economics

Носков Антон Александрович –
аспирант кафедры «Логистика
и организация перевозок»
Санкт-Петербургского государственного
инженерно-экономического университета

Anton A. Noskov –
Postgraduate
Department of Logistics
Saint Petersburg State University of Engineering
and Economics

Статья поступила в редакцию 01.11.11, принята к опубликованию 01.12.11

УДК 338.465.4

А.А. Демич

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ВМЕШАТЕЛЬСТВО В ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ САНИРУЮЩЕЙ ФУНКЦИИ РЫНКА

*Статья посвящена анализу государственного регулирования реализации
санирующей функции рынка в современной России. Основное внимание уделяется
институту несостоятельности (банкротства).*

Функции рынка, государственное регулирование, санирующая функция
рынка

A.A. Demich

STATE INTERVENTION TO THE IMPLEMENTATION OF THE MARKET SANITIZE

*This article analyzes the implementation of government regulation sanitizing
function of the market in contemporary Russia. Emphasis is placed on the institution of
insolvency (bankruptcy).*

Functions of the market, government regulation, market sanitizing function

Внимание государственных институтов к функционированию экономики является мировой тенденцией. Оно усиливается во время кризиса и посткризисного восстановления экономики. Осуществление санирующей функции рынка проявляется в устранении нерентабельных и устаревших производств. При этом такие производства могут быть закрыты, проданы или объявлены банкротами. В современной экономике России эта функция реализуется специфически, поскольку в ее осуществлении сказывается несовершенство конкуренции и воздействия государства. В российской практике покидают рынок не только старые и нерентабельные предприятия, но и те, которые становятся объектами рейдерства, целенаправленного уничтожения. Выживание на рынке оказывается в зависимости от близости к власти, лоббирования интересов во властных структурах. Государство вмешивается в реализацию этой функции легальными и нелегальными

методами. Предметом данной статьи является вмешательство государства в действие санирующей функции рынка через институт несостоятельности (банкротства) хозяйствующих субъектов. В России такое вмешательство эволюционировало с начала 90-х годов. Вместе с изменением экономических условий, причин, факторов, механизмов банкротств менялось и законодательное обеспечение этого процесса. Развитие экономики при этом предопределяет постоянное обновление соответствующих правовых норм. Закон «О несостоятельности (банкротстве)» выдержал три редакции. Третья редакция закона была реакцией на участвовавшие случаи банкротств крупного бизнеса и на недобросовестное использование процедуры банкротств. Рейдерские захваты превратились в тормоз экономического развития. Изменение законодательства в 2010 году направлено на пресечение рейдерских захватов на ранних этапах. В Федеральный закон «О несостоятельности (банкротстве)» внесены изменения, касающиеся ведения Единого федерального реестра сведений о банкротстве, деятельности операторов электронных площадок и продажи предприятия должника на электронных торгах Государственное регулирование в сфере банкротства было и остается одной из приоритетных задач не только России, но и любого государства с развитой или развивающейся экономикой. Государство с помощью совокупности организационных, экономических и правовых факторов способно существенно повлиять на кризисную ситуацию не только на микроуровне (уровне хозяйствующих субъектов), но и на макроуровне, поскольку банкротство напрямую влияет на рост безработицы, состояние конкуренции, повышение цен, сокращение инвестиций и пр. По-прежнему нет оснований полагать, что финансовое состояние большинства российских предприятий стабилизировалось и проблема банкротства перестала быть насущной (табл. 1).

Таблица 1

Число убыточных организаций по видам экономической деятельности (первые пять по величине значений)

Виды экономической деятельности	2009			2010		
	Число убыточных организаций	Удельный вес в %	место	Число убыточных организаций	Удельный вес в %	место
Всего в экономике	25147	100		17764	100	
в том числе по видам экономической деятельности						
сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	2473	9,8	4	2079	11,7	4
обрабатывающие производства	5451	21,6	1	3898	15	1
производство и распределение электроэнергии, газа и воды	1655	6,6		2233	12,5	3
оптовая и розничная торговля, ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования	1314	14,3	3	1579	8,9	
строительство	1914	7,6	5	1350	7,6	
транспорт и связь	2053			1933	10,9	5
операции с недвижимым имуществом, аренда и прочие услуги	4216	16,8	2	2289	12,9	2
производство транспортных средств и оборудования	25147	100		17764	100	

Таблица составлена автором. Источник: Россия в цифрах. 2011. С. 442-445

Как видно из таблицы, если судить по числу убыточных организаций, то лидерство удерживает в последние 2 года обрабатывающая промышленность, на втором месте – организации, занимающиеся операциями с недвижимым имуществом, на третьем – в 2009 организации оптовой и розничной торговли, а в 2010 – организации, занимающиеся производством и распределением электроэнергии, газа и воды, на 4 месте организации сельского хозяйства, и на пятом в 2009 году строительство, а в 2010 году – предприятия транспорта и связи.

Если же за основу оценки взять суммы убытков, то и здесь лидируют отрасли обрабатывающих производств, на втором месте в 2009 году организации оптовой и розничной торговли, а в 2010 – организации транспорта и связи. На третьем месте по убыткам организации, занимающиеся операциями с недвижимым имуществом, на 4 месте в 2009 году были производства транспортных средств и оборудования, а в 2010 – организации оптовой и розничной торговли, на пятом месте организации, занимающиеся производством и распределением электроэнергии, газа и воды.

Сумма убытков по видам экономической деятельности (первые пять по величине значений)

Виды экономической деятельности	2009			2010		
	Сумма убытка, млн. руб.	Удельный вес в %	место	Сумма убытка, млн. руб.	Удельный вес в %	место
Всего в экономике	1420117			792812	100	
в том числе по видам экономической деятельности						
обрабатывающие производства	497704	35,0	1	249294	31,4	1
производство и распределение электроэнергии, газа и воды	131244	9,2	5	66270	8,4	5
оптовая и розничная торговля, ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования	193904	13,7	2	78818	9,7	4
строительство						
транспорт и связь				104196	13,1	2
операции с недвижимым имуществом, аренда и прочие услуги	161202	11,4	3	92947	11,7	3
производство транспортных средств и оборудования	154466	10,9	4			

Таблица составлена автором. Источник: Россия в цифрах. 2011. С. 442-445

Статистика свидетельствует, что обрабатывающая промышленность России из года в год свертывается, не выдерживая конкуренции с производителями мирового рынка, торговля демонстрирует высокие показатели разорений в силу высокой степени конкуренции, а вот объяснить присутствие на лидирующих позициях предприятий инфраструктуры: распределение электроэнергии, газа и воды очень трудно. Либо ежегодное и немалое повышение тарифов не покрывает убытков от изношенных сетей, либо в этой области идет борьба за передел собственности.

Стабильно отрицательные финансовые показатели работы ставят перед многими компаниями вопрос об обслуживании своих финансовых обязательств. В 2010 году около трети российских компаний сталкивались с перспективой стать банкротами. Эта тенденция значительно уменьшилась в 2010 году (табл. 3). Эксперты объясняют такое положение дел ужесточением требований к должникам со стороны налоговой службы.

Таблица 3

Рассмотрение дел о банкротстве арбитражными судами субъектов РФ

Год	2006	2007	2007/2006, %	2008	2008/2007, %	2009	2009/2008, %	2010	2010/2009, %
Поступило заявлений о признании должников несостоятельными (банкротами)	91431	44225	- в 2,1 раз	34367	-22,3	39570	+15,1	40243	+ 1,7
из них принято к производству	83068	30015	-в 2,8 раз	27032	-9,9	35545	+31,5	33270	- 6,4

Источник: Статистика с сайта Высшего арбитражного суда РФ/www.arbitr.ru (дата обращения 29.05 2011)

Уменьшение числа банкротств по сравнению с 2006 годом объясняется возросшей цивилизованностью, улучшением законодательства и его применения в российской практике. Законодательство о банкротстве сейчас одно из самых активно реформируемых в российском правовом поле. Резкий рост банкротств в 2009 году связан с тяжелейшим мировым финансовым кризисом, который протекал в России с особой тяжестью. Заявлений о признании несостоятельными (банкротами) поступило на 15 % больше, чем в предыдущий год и большинство были приняты к производству (рост составил 31,5 %).

Государственное вмешательство при угрозе разорения предприятий подразделяется на следующие группы:

По видам деятельности:

- правовое обеспечение;
- налоговое регулирование;
- финансово-кредитное регулирование;

- реструктуризация;
- коммерциализация;
- приватизация несостоятельных организаций;
- подготовка кадров: обучение административных и арбитражных управляющих;
- социальная защита работников организаций банкротов.

По процедуре:

- превентивные – предотвращение банкротств;
- действительные – регулирование процесса банкротства.

Особое место в деятельности государства на макроуровне занимает мониторинг банкротств. Мониторинг – это сформированная на макроуровне (мезоуровне) система сбора данных и расчета показателей о состоянии организаций, позволяющих диагностировать угрозу и возникновение банкротства, национальные и отраслевые тенденции экономических процессов и на этой основе предупреждать организации и применять управленческие решения по региону и стране в целом.

Не каждый экономический агент может оценить угрозы, порождающие банкротства, которые складываются на макроуровне. Каждое предприятие должно оценить угрозы банкротства для себя. Сам принцип прогнозирования банкротств построен на использовании методик и анализа информации о деятельности предприятий. Такие методики могут быть использованы со стороны как государства, так и управляющего персонала предприятий.

Формирование методик прогнозирования банкротств предприятий начало развиваться в 60-х годах прошлого века в США и Великобритании. Наиболее значимые исследования относятся к деятельности таких ученых как Э. Альтман [1] и Р. Таффлер [2]. Также свой вклад внесли Г. Тишоу, Р. Лис, а также отечественные экономисты Р. Сайфулин, Г. Кадыков, О. Зайцева, М. Федотова [3]. В 1968 г. был предложен метод прогнозирования банкротств предприятий с помощью коэффициента Альтмана (индекса кредитоспособности). Индекс кредитоспособности построен с помощью аппарата мультипликативного дискриминантного анализа (Multiple-discriminant analysis – MDA) и позволяет в первом приближении разделить хозяйствующие субъекты на потенциальных банкротов и небанкротов.

Существуют и другие методики, позволяющие производить комплексный финансовый анализ деятельности предприятий, на основании которых формируется возможность производить мониторинг состояния предприятий, а также принимать решения, направленные на нейтрализацию кризисных явлений в объекте. Примером может быть разработанная система мониторинга финансовых показателей предприятия в антикризисном управлении [4], разработанная сотрудниками МГТУ «МАМИ». Последняя редакция Закона о несостоятельности (банкротстве) предусматривает обязательное включение сведений о процедурах банкротства, подлежащих опубликованию, в Единый федеральный реестр сведений о банкротстве, и применяются с 1 апреля 2011 года, а положения Закона в части обязанности включения в этот реестр страхового номера индивидуального лицевого счета должника и арбитражного управляющего будут применяться с 1 июля 2012 года.

Государственные институты, которые занимаются мониторингом, – Пенсионный фонд РФ, Федеральная налоговая служба, Центробанк РФ, Службы (советы, комитеты) по делам несостоятельности (банкротству) при региональных органах власти, Арбитражный суд, Департаменты управления инвестициями, Внебюджетные фонды и т.д. Ранее действовала Федеральная служба России по финансовому оздоровлению и банкротству (ФСФО).

Государственные институты не должны осуществлять мониторинг всех организаций. Внимание государства направлено на наиболее важные объекты (стратегических и иных экономически и социально значимых предприятий).

Критериями выделения объектов мониторинга на предмет угрозы банкротств являются размеры предприятия, его значимость для безопасности страны, незаменимость его продукта, зависимость от его деятельности жизни города. При указании на объекты мониторинга используются следующие понятия: стратегически важное предприятие (П.А. Марков) [5], крупное промышленное предприятие (Е.А. Павлова) [6], градообразующее предприятие, предприятие естественной монополии, предприятие ТЭК [7]. Представляется, что этот перечень возможно дополнить – предприятие, банкротство которого несет существенный мультипликационный эффект.

Представляется, что важнейшим критериальным признаком выделения объектов особого внимания государства являются «экономические и социальные последствия». Они классифицируются следующим образом:

- последствия угроз экологических или угроз безопасности страны;
- последствия эффектов – значительное мультипликационное свертывание (выше среднего значения мультипликатора); свертывание производства, незаменимых товаров и благ, социально значимых товаров и благ;

– последующие социальные эффекты: безработица, деградация кадров, упадок жизни города (при банкротстве градообразующих предприятий).

В изменении реализации санирующей функции рынка большую роль играет информация, она позволяет корректировать поведения участников рыночных отношений. Своевременная информация очень важна как для предприятия, над которым нависла угроза банкротства, так и для его контрагентов, а также информация об угрозах изменения платежеспособности важна для других участников деловых отношений: банков, работников, государственных органов власти и т.д. Для обеспечения своевременности получения такой информации в настоящее время создано множество инструментов. Это информационные системы и программное обеспечение, которыми владеют как государственные органы, так и частные фирмы.

В исполнительных органах власти созданы структуры, которые ведут мониторинг банкротств. Например, комитет Москвы по делам о несостоятельности (банкротстве) является функциональным органом исполнительной власти столицы, созданным для проведения государственной политики по предупреждению банкротства и обеспечения условий для эффективной реализации законодательства о финансовом оздоровлении. Его основными задачами являются: мониторинг финансово-экономического состояния государственных предприятий Москвы, организаций, в уставном капитале которых имеется доля (вклад) города, а также социально или экономически значимых для города организаций; разработка и участие в реализации мероприятий по финансовому оздоровлению и реструктуризации неплатежеспособных организаций, проведение профилактических мер по предотвращению преднамеренных банкротств в отношении значимых для Москвы организаций. Надежным помощником в работе сотрудников этой организации является информационно-аналитической системы комитета Москвы по делам о несостоятельности (АИАС МКН). Она построена как корпоративная система обработки информации, объединенная с источниками и потребителями производственных данных с помощью выделенных высокоскоростных каналов связи территориальной сети мэрии Москвы. Программное обеспечение разработано в идеологии клиент-сервер. В результате создана единая база данных более чем 50 тыс. хозяйствующих субъектов Москвы, которая постоянно расширяется и обновляется.

Появились сайты, где можно заказать услугу «Мониторинг банкротств». Она дает возможность узнать о банкротстве конкретного должника сразу, как только об этом появится официальная публикация, через сообщение по электронной почте. Благодаря этому организация сможет вовремя предъявить требования к должнику и защитить свои права в деле о банкротстве.

Существуют открытые источники, например сайты www.valaam-info.ru или www.vestnik-gosreg.ru, где, введя наименование ИНН/ОГРН/ГРН контрагента, можно получить информацию о юридически значимых событиях компаний России: текущее состояние, изменение регистрационных данных, сведения о ликвидации, реорганизации, а также другие сообщения юридических лиц, которые они обязаны публиковать в соответствии с российским законодательством. Источниками информации этого и других сервисов являются государственные информационные ресурсы и официальные издания – журнал «Вестник государственной регистрации» и газета «Коммерсантъ». Предоставляется и дополнительная услуга – программа автоматического мониторинга контрагентов «Электронный мониторинг» [8].

Важной проблемой в осуществлении санирующей функции рынка являются злостные и фиктивные банкротства. В России 80% банкротств банков являются криминальными, осознанно «организованными» собственниками и топ-менеджерами. Остальные 20% – это так называемые рыночные банкротства, ставшие следствием того, что банк не нашел своей ниши, не выстроил систему управления рисками, не учел конъюнктуру рынка и т. д. Всего за последние 6 лет Государственному агентству по страхованию вкладов для проведения процедуры ликвидации были переданы 262 банка, в 154 случаях процедура уже завершена. Основная тенденция, которая в последние годы складывается в сфере банкротств банков, заключается в повышении степени удовлетворения требований кредиторов. «До появления агентства как корпоративного ликвидатора, когда эту функцию выполняли индивидуальные предприниматели, степень удовлетворения находилась на уровне 6-8%. Но за шесть лет (2005-2011 гг.) средний уровень удовлетворения составил 23%. Это пока ниже, чем во многих развитых странах, где этот показатель достигает 30-40%» [9].

В процессах санации рынков и экономических единиц посредством института несостоятельности (банкротства) отмечаются следующие тенденции:

- постоянное совершенствование законодательства с целью приспособления к меняющимся реалиям экономики;
- рост уровня цивилизованности (соответствия мировой практике) в российском феномене банкротства, несмотря на сохраняющееся отставание внутреннего аудита и низкой правовой культуры в предпринимательском сообществе;
- отраслевое совершенствование мониторинга, предотвращения и процедуры банкротств;
- развитие инструментального обеспечения мониторинга средствами IT-технологий;
- постоянное изменение деловой практики с целью создания новых приемов и форм фиктивных и преднамеренных банкротств;

– наличие институционализированной коррупции в российской практике банкротств;
 – латентность фиктивных и преднамеренных банкротств, отсутствие должного мониторинга статистических данных в арбитражных судах Российской Федерации, в органах государственной власти на местах.

Для усиления действенности вмешательства государства в санирующую функцию рынка можно предложить:

- совершенствовать программное обеспечение мониторинга банкротств, для чего объединить наработки государственных и частных служб;
- создать программы переподготовки работников, которые бы охватывали не только крупные предприятия на грани банкротства, но и организации, находящиеся в разряде рыночно слабых;
- для моногородов создавать программы диверсификации производства и резервные фонды за счет средств опорных предприятий в период их успешной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Википедия. Свободная энциклопедия. Эдвард Альтман [электронный ресурс] URL: <http://ru.wikipedia.org/> (дата обращения: 15.05.2011).
2. Хавин Д. Влияние отраслевой принадлежности предприятий на формирование стратегии реструктуризации / Д.Хавин // Экономические стратегии. 2004. №5-6. С. 90-92.
3. Диагностика кризисного состояния предприятия. Изд-во Алтайского государственного университета. [электронный ресурс] URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 25.05.2011).
4. Московский государственный технический университет МАМИ [электронный ресурс] URL: <http://www.mami.ru/> (дата обращения 22.05.2011).
5. Марков П.А. Особенности банкротства стратегически важных предприятий / П.А. Марков. М., 2004.
6. Павлова Е.А. Организация мониторинга крупного промышленного предприятия / Е.А. Павлова. М., 2000.
7. Федеральный закон «О несостоятельности (банкротстве). Текст с изменениями и дополнениями на 2011 год: Библиотечка Российской газеты. М.: ЭКСМО, 2011. 291 с. [электронный ресурс] URL: <http://fictionbook.ru/> (дата обращения 29.05.2011).
8. См.: Сайт «Программа электронный мониторинг»: [электронный ресурс] URL: <http://constholding.ru> (дата обращения 11 05. 2011).
9. Турбанов А. Интервью «Глава АСВ: агрессивное привлечение вкладов – предвестник банкротства» / А. Турбанов. РБК 20.05. 2011. [электронный ресурс] URL: <http://www.banki.ru/news/bankpress> (дата обращения 25.05.2011).

Демич Андрей Александрович –
 аспирант кафедры «Экономика и менеджмент»
 Поволжского кооперативного института Российского
 университета кооперации, г. Саратов

Andrey A. Demich –
 Postgraduate
 Department of Economics and Management
 Volga cooperative institute
 of the Russian University of Cooperation, Saratov

Статья поступила в редакцию 01.10.2011, принята к опубликованию 01.12.11

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

1. Статья, представляемая в редакцию журнала «Вестник СГТУ», должна быть тщательно отредактирована и распечатана в одном экземпляре через 1 интервал на белой бумаге формат А4, поля: верхнее, нижнее, левое, правое – 2,0 см; ориентация книжная; шрифт Times New Roman, высота 12. Одновременно текст статьи представляется на диске в формате текстового редактора «MS Word 97» или по электронной почте vestnik@sstu.ru.

2. Статья должна обосновывать актуальность темы, отражать теоретические и (или) экспериментальные результаты и содержать четкие выводы.

3. В начале статьи в левом верхнем углу ставится индекс УДК. Далее на первой странице данные идут в такой последовательности:

- инициалы и фамилии авторов,
- полное название статьи (шрифт жирный, буквы прописные),
- краткая (5-7 строк) аннотация (курсив),
- ключевые слова.

Далее авторы, название статьи, аннотация и ключевые слова повторяются на английском языке.

Затем идет текст самой статьи и список литературы.

Статья завершается сведениями об авторах: ф.и.о. (полностью), ученая степень, ученое звание, место работы (полностью), должность, контактные телефоны. Сведения об авторах также повторяются на английском языке.

4. Объем статьи не должен превышать 10 страниц текста, содержать не более 5 рисунков или фотографий; объем обзора – 25 страниц, 10 рисунков; объем краткого сообщения – не более 3 страниц, 2 рисунков.

Иллюстрации (рисунки, графики) должны быть расположены в тексте статьи и выполнены в одном из графических редакторов (формат tif, pcc, jpg, pcd, cdr, cgm, eps, wmf). Допускается также создание и представление графиков при помощи табличных процессоров «Excel», «Quattro Pro», «MS Graph». Каждый рисунок должен иметь номер и подпись. Рисунки и фотографии должны иметь контрастное изображение.

Таблицы располагаются непосредственно в тексте статьи. Каждая таблица должна иметь номер и заголовок.

5. Формулы и буквенные обозначения величин должны быть набраны в редакторе формул **Microsoft Equation 3.0**. Каждая формула должна иметь номер.

6. Размерность всех величин, принятых в статье, должна соответствовать Международной системе единиц измерений (СИ). Не следует употреблять сокращенных слов, кроме общепринятых (т.е., и т.д., и т.п.). Допускается введение предварительно расшифрованных сокращений.

7. Список литературы должен быть оформлен по ГОСТ 7.1-2003 и включать: фамилию и инициалы автора, название статьи, название журнала, том, год, номер или выпуск, страницы, а для книг – фамилии и инициалы авторов, точное название книги, место издания (город), издательство, год издания, количество страниц.

8. Специалисты в технических областях к статье прилагают экспертное заключение.

9. Рукопись статьи рецензируется ведущим ученым в данной области, как правило, доктором наук.

10. Электронная версия опубликованной статьи размещается в системе РИНЦ.

11. Редакция оставляет за собой право производить редакционные изменения, не искажающие основное содержание статьи.