

ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ
«АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ»

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ № 11 2012
Часть 1
Научный журнал

Электронная версия
www.fr.rae.ru
12 выпусков в год
Импакт фактор
РИНЦ (2011) – 0,144

Журнал включен
в Перечень ВАК ведущих
рецензируемых
научных журналов

Журнал основан в 2003 г.
ISSN 1812-7339

Учредитель – Академия
Естествознания
123557, Москва,
ул. Пресненский вал, 28
Свидетельство о регистрации
ПИ № 77-15598
ISSN 1812-7339

ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ
д.м.н., профессор Ледванов М.Ю.
д.м.н., профессор Курзанов А.Н.
д.ф.-м.н., профессор Бичурин М.И.
д.б.н., профессор Юров Ю.Б.
д.б.н., профессор Ворсанова С.Г.
к.ф.-м.н., доцент Меглинский И.В.

АДРЕС РЕДАКЦИИ
440026, г. Пенза,
ул. Лермонтова, 3
Тел/Факс редакции 8 (8412)-56-17-69
e-mail: edition@rae.ru

Директор
к.м.н. Стукова Н.Ю.

Ответственный секретарь
к.м.н. Бизенкова М.Н.

Подписано в печать 12.10.2012

Формат 60x90 1/8
Типография
ИД «Академия Естествознания»
440000, г. Пенза,
ул. Лермонтова, 3

Технический редактор
Кулакова Г.А.
Корректор
Соколова Ю.А.

Усл. печ. л. 33.
Тираж 1000 экз. Заказ ФИ 2012/11
Подписной индекс
33297

ИД «АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ» 2012

ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ
«АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ»
РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Медицинские науки

д.м.н., профессор Бессмельцев С.С.
(Санкт-Петербург)
д.м.н., профессор Гальцева Г.В. (Новороссийск)
д.м.н., профессор Гладилин Г.П. (Саратов)
д.м.н., профессор Горькова А.В. (Саратов)
д.м.н., профессор Каде А.Х. (Краснодар)
д.м.н., профессор Казимилова Н.Е. (Саратов)
д.м.н., профессор Ломов Ю.М. (Ростов-на-Дону)
д.м.н., профессор Лямина Н.П. (Саратов)
д.м.н., профессор Максимов В.Ю. (Саратов)
д.м.н., профессор Молдавская А.А. (Астрахань)
д.м.н., профессор Пятакович Ф.А. (Белгород)
д.м.н., профессор Редько А.Н. (Краснодар)
д.м.н., профессор Романцов М.Г.
(Санкт-Петербург)
д.м.н., профессор Румш Л.Д. (Москва)
д.б.н., профессор Сентябрев Н.Н. (Волгоград)
д.фарм.н., профессор Степанова Э.Ф. (Пятигорск)
д.м.н., профессор Терентьев А.А. (Москва)
д.м.н., профессор Хадарцев А.А. (Тула)
д.м.н., профессор Чалык Ю.В. (Саратов)
д.м.н., профессор Шейх-Заде Ю.Р. (Краснодар)
д.м.н., профессор Щуковский В.В. (Саратов)
д.м.н., Ярославцев А.С. (Астрахань)

Педагогические науки

к.п.н. Арутюнян Т.Г. (Красноярск)
д.п.н., профессор Голубева Г.Н. (Набережные Челны)
д.п.н., профессор Завьялов А.И. (Красноярск)
д.филос.н., профессор Замогильный С.И. (Энгельс)
д.п.н., профессор Ильмушкин Г.М. (Дмитровград)
д.п.н., профессор Кирьякова А.В. (Оренбург)
д.п.н., профессор Кузнецов А.С. (Набережные Челны)
д.п.н., профессор Литвинова Т.Н. (Краснодар)
д.п.н., доцент Лукьянова М. И. (Ульяновск)
д.п.н., профессор Марков К.К. (Красноярск)
д.п.н., профессор Стефановская Т.А. (Иркутск)
д.п.н., профессор Тутолмин А.В. (Глазов)

Химические науки

д.х.н., профессор Брайнина Х.З. (Екатеринбург)
д.х.н., профессор Дубоносов А.Д. (Ростов-на-Дону)
д.х.н., профессор Полещук О.Х. (Томск)

Иностранные члены редакционной коллегии

Asgarov S. (Azerbaijan)
Alakbarov M. (Azerbaijan)
Babayev N. (Uzbekistan)
Chiladze G. (Georgia)
Datskovsky I. (Israel)
Garbuz I. (Moldova)
Gleizer S. (Germany)

Ershina A. (Kazakhstan)
Kobzev D. (Switzerland)
Ktshanyan M. (Armenia)
Lande D. (Ukraine)
Makats V. (Ukraine)
Miletic L. (Serbia)
Moskovkin V. (Ukraine)

Технические науки

д.т.н., профессор Антонов А.В. (Обнинск)
д.т.н., профессор Арютов Б.А. (Нижний Новгород)
д.т.н., профессор Бичурин М.И.
(Великий Новгород)
д.т.н., профессор Бошенятов Б.В. (Москва)
д.т.н., профессор Важенин А.Н. (Нижний Новгород)
д.т.н., профессор Гилёв А.В. (Красноярск)
д.т.н., профессор Гоц А.Н. (Владимир)
д.т.н., профессор Грызлов В.С. (Череповец)
д.т.н., профессор Захарченко В.Д. (Волгоград)
д.т.н., профессор Кирьянов Б.Ф.
(Великий Новгород)
д.т.н., профессор Клевцов Г.В. (Оренбург)
д.т.н., профессор Корячкина С.Я. (Орел)
д.т.н., профессор Косинцев В.И. (Томск)
д.т.н., профессор Литвинова Е.В. (Орел)
д.т.н., доцент Лубенцов В.Ф. (Ульяновск)
д.т.н., ст. науч. сотрудник Мишин В.М. (Пятигорск)
д.т.н., профессор Мухопад Ю.Ф. (Иркутск)
д.т.н., профессор Нестеров В.Л. (Екатеринбург)
д.т.н., профессор Пачурин Г.В. (Нижний Новгород)
д.т.н., профессор Пен Р.З. (Красноярск)
д.т.н., профессор Попов Ф.А. (Бийск)
д.т.н., профессор Пындак В.И. (Волгоград)
д.т.н., профессор Рассветалов Л.А. (Великий Новгород)
д.т.н., профессор Салихов М.Г. (Йошкар-Ола)
д.т.н., профессор Сечин А.И. (Томск)

Геолого-минералогические науки

д.г.-м.н., профессор Лебедев В.И. (Кызыл)

Искусствоведение

д. искусствоведения Казанцева Л.П. (Астрахань)

Филологические науки

д.филол.н., профессор Гаджихмедов Н.Э. (Дагестан)

Экономические науки

д.э.н., профессор Безрукова Т.Л. (Воронеж)
д.э.н., профессор Зарецкий А.Д. (Краснодар)
д.э.н., профессор Князева Е.Г. (Екатеринбург)
д.э.н., профессор Куликов Н.И. (Тамбов)
д.э.н., профессор Савин К.Н. (Тамбов)
д.э.н., профессор Щукин О.С. (Воронеж)

THE PUBLISHING HOUSE «ACADEMY OF NATURAL HISTORY»

THE FUNDAMENTAL RESEARCHES

№ 11 2012
Part 1
Scientific journal

The journal is based in 2003

The electronic version takes place on a site www.fr.rae.ru
12 issues a year

EDITORS-IN-CHIEF

Ledvanov M.Yu. *Russian Academy of Natural History (Moscow, Russian Federation)*

Kurzanov A.N. *Kuban' Medical Academy (Krasnodar Russian Federation)*

Bichurin Mirza I. *Novgorodskij Gosudarstvennyj Universitet (Nizhni Novgorod,
Russian Federation)*

Yurov Y.B. *Moskovskij Gosudarstvennyj Universitet (Moscow, Russian Federation)*

Vorsanova S.G. *Moskovskij Gosudarstvennyj Universitet (Moscow, Russian Federation)*

Meglinskiy I.V. *University of Otago, Dunedin (New Zealand)*

Senior Director and Publisher

Bizenkova Maria

THE PUBLISHING HOUSE
«ACADEMY OF NATURAL HISTORY»

THE PUBLISHING HOUSE «ACADEMY OF NATURAL HISTORY»

EDITORIAL BOARD

Medical sciences

Bessmeltsev S.S. (St. Petersburg)
Galtsev G.V. (Novorossiysk)
Gladilin G.P. (Saratov)
Gorkova A.V. (Saratov)
Cade A.H. (Krasnodar)
Kazimirova N.E. (Saratov)
Lomov Y.M. (Rostov-na-Donu)
Ljamina N.P. (Saratov)
Maksimov V.Y. (Saratov)
Moldavskaia A.A. (Astrakhan)
Pjatakovich F.A. (Belgorod)
Redko A.N. (Krasnodar)
Romantsov M.G. (St. Petersburg)
Rumsh L.D. (Moscow)
Sentjabrev N.N. (Volgograd)
Stepanova E.F. (Pyatigorsk)
Terentev A.A. (Moscow)
Khadartsev A.A. (Tula)
Chalyk J.V. (Saratov)
Shejh-Zade J.R. (Krasnodar)
Shchukovsky V.V. (Saratov)
Yaroslavtsev A.S. (Astrakhan)

Pedagogical sciences

Arutyunyan T.G. (Krasnoyarsk)
Golubev G.N. (Naberezhnye Chelny)
Zavialov A.I. (Krasnoyarsk)
Zamogilnyj S.I. (Engels)
Ilmushkin G.M. (Dimitrovgrad)
Kirjakova A.V. (Orenburg)
Kuznetsov A.S. (Naberezhnye Chelny)
Litvinova T.N. (Krasnodar)
Lukyanov M.I. (Ulyanovsk)
Markov K.K. (Krasnoyarsk)
Stefanovskaya T.A. (Irkutsk)
Tutolmin A.V. (Glazov)

Chemical sciences

Braynina H.Z. (Ekaterinburg)
Dubonosov A.D. (Rostov-na-Donu)
Poleschuk O.H. (Tomsk)

Technical sciences

Antonov A.V. (Obninsk)
Aryutov B.A. (Lower Novrogod)
Bichurin M.I. (Veliky Novgorod)
Boshenyatov B.V. (Moscow)
Vazhenin A.N. (Lower Novrogod)
Gilyov A.V. (Krasnoyarsk)
Gotz A.N. (Vladimir)
Gryzlov V.S. (Cherepovets)
Zakharchenko V.D. (Volgograd)
Kiryanov B.F. (Veliky Novgorod)
Klevtsov G.V. (Orenburg)
Koryachkina S.J. (Orel)
Kosintsev V.I. (Tomsk)
Litvinova E.V. (Orel)
Lubentsov V.F. (Ulyanovsk)
Mishin V.M. (Pyatigorsk)
Mukhopad J.F. (Irkutsk)
Nesterov V.L. (Ekaterinburg)
Pachurin G.V. (Lower Novgorod)
Pen R.Z. (Krasnoyarsk)
Popov F.A. (Biysk)
Pyndak V.I. (Volgograd)
Rassvetalov L.A. (Veliky Novgorod)
Salikhov M.G. (Yoshkar-Ola)
Sechin A.I. (Tomsk)

Art criticism

Kazantseva L.P. (Astrakhan)

Economic sciences

Bezruqova T.L. (Voronezh)
Zaretskij A.D. (Krasnodar)
Knyazeva E.G. (Ekaterinburg)
Kulikov N.I. (Tambov)
Savin K.N. (Tambov)
Shukin O.S. (Voronezh)

Geologo-mineralogical sciences

Lebedev V.I. (Kyzyl)

Philological sciences

Gadzhiahmedov A.E. (Dagestan)

Foreign members of an editorial board

Asgarov S. (Azerbaijan)	Ershina A. (Kazakhstan)	Murzagaliyeva A. (Kazakhstan)
Alakbarov M. (Azerbaijan)	Kobzev D. (Switzerland)	Novikov A. (Ukraine)
Babayev N. (Uzbekistan)	Ktshanyan M. (Armenia)	Rahimov R. (Uzbekistan)
Chiladze G. (Georgia)	Lande D. (Ukraine)	Romanchuk A. (Ukraine)
Datskovsky I. (Israel)	Makats V. (Ukraine)	Shamshiev B. (Kyrgyzstan)
Garbuz I. (Moldova)	Miletic L. (Serbia)	Usheva M. (Bulgaria)
Gleizer S. (Germany)	Moskovkin V. (Ukraine)	Vasileva M. (Bulgaria)

СОДЕРЖАНИЕ

Биологические науки

ИЗУЧЕНИЕ МЕТАБОЛИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ВИДОВ ПОЛЫНЕЙ РЕГИОНАЛЬНОЙ ФЛОРЫ, КУЛЬТИВИРУЕМЫХ В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА <i>Землянухина О.А., Вепринцев В.Н., Карпеченко К.А., Карпеченко Н.А., Калаев В.Н., Лепешкина Л.А., Муковнина З.П., Серикова В.И., Моисеева Е.В., Баранова Т.В., Кузнецов Б.И.</i>	13
МИКРОБИОЦЕНОЗЫ ХЕМОЛИТОТРОФНЫХ БАКТЕРИЙ РАСТВОРОВ ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ УРАНОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ «УВАНАС» И «МЫНКУДУК» <i>Канаева З.К., Канаев А.Т.</i>	20
БИОУПРАВЛЕНИЕ ПАРАМЕТРАМИ ВАРИАбельНОСТИ РИТМА СЕРДЦА И УРОВЕНЬ СЕРОТОНИНА У МОЛОДЫХ ЛИЦ НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА И АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ <i>Кривоногова Е.В., Поскотинова Л.В., Дёмин Д.Б., Ставинская О.А.</i>	25
О СТРУКТУРНЫХ ОСНОВАХ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ: МОТОРНОЕ ПРЕДПОЧТЕНИЕ У КРЫС С РАЗНЫМИ ВИДАМИ ЭПИЛЕПСИИ <i>Плетнева Е.В., Иоффе М.Е., Куликов М.А.</i>	30
ИЗУЧЕНИЕ АДАПТИВНЫХ РЕАКЦИЙ КОПРОФИЛЬНЫХ НАСЕКОМЫХ: НЕКОТОРЫЕ ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ <i>Псарев А.М.</i>	34
МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГОРНОРУДНЫХ РЕГИОНОВ ЗАУРАЛЬЯ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН <i>Рафикова Ю.С., Семенова И.Н., Серегина Ю.Ю., Хакимзянов О.М.</i>	43
ВЛИЯНИЕ 1,6-А-D-ГЛЮКАНА ИЗ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЙ МИДИИ «CRENOMYTIUS GRAYANUS» (МИТИЛАНА) НА ЛИПИДНЫЙ СПЕКТР И ЦИТОКИНОВЫЙ ПРОФИЛЬ СЫВОРОТКИ КРОВИ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ АТЕРОСКЛЕРОЗЕ <i>Турмова Е.П., Маркелова Е.В., Красников В.Е., Бычков Е.А., Лукьянов П.А., Чикаловец И.В., Григорюк А.А.</i>	46
РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕНОТИПИРОВАНИЯ ШТАММОВ <i>STARNYLOCOCCUS</i> SPP., ВЫДЕЛЕННЫХ С КОЖИ ЛИЦ С ХРОНИЧЕСКИМИ ДЕРМАТОЗАМИ <i>Фалова О.Е., Потатуркина-Нестерова Н.И., Ильина Е.Н., Боровская А.Д., Парфенова Т.В.</i>	51
СОСТОЯНИЕ МИКРОБИОЦЕНОЗА ПОЧВЫ ПОСЛЕ ПРИМЕНЕНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ <i>PSEUDOMONAS CHLORORAPHIS</i> SUBSP. <i>AUREOFACIENS</i> (<i>PSEUDOMONAS AUREOFACIENS</i>) <i>Хархун Е.В., Полякова А.В., Внуков В.В., Ким Д.А.</i>	56
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕИМУЩЕСТВ БИФУРКАЦИОННОГО ВЕТВЛЕНИЯ СОСУДОВ ДОКАПИЛЛЯРНОГО УЧАСТКА КОРОНАРНОГО РУСЛА МЛЕКОПИТАЮЩИХ <i>Цветков В.Д.</i>	61

Ветеринарные науки

РАЗРАБОТКА ФИЗИОЛОГО-БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ПАРАДИГМЫ КАК ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ РЕГИОНА НИЖНЕЙ ВОЛГИ <i>Воробьев Д.В., Воробьев В.И., Хисметов Д.В.</i>	66
--	----

Геолого-минералогические науки

ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ КОНТРОЛЯ ЗОЛОТО-ЧЕРНОСЛАНЦЕВОГО ОРУДЕНЕНИЯ	
<i>Гусев А.И.</i>	70
НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ МИНЕРАЛОГИИ	
<i>Портнов В.С., Юров В.М., Турсунбаева А.К., Тен Т.Л., Султанбекова Э.Б., Лайысов Н.Г.</i>	75

Педагогические науки

ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ ПРОСТРАНСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ИНОЯЗЫЧНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ КАДРОВ	
<i>Мещерякова Е.В., Локтюшина Е.А.</i>	79
ЛЕТНИЕ НАУЧНЫЕ ШКОЛЫ – ВАЖНЫЙ КОМПОНЕНТ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ НАЦИОНАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ УНИВЕРСИТЕТОВ К ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	
<i>Наумкин Н.И., Грошева Е.П., Купряшкин В.Ф., Шекшаева Н.Н., Панюшкина Е.Н.</i>	84
РАЗВИТИЕ ТВОРЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА СТУДЕНТОВ НА ПРИМЕРЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПУТНИКОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	
<i>Пищухин А.М., Белоновская И.Д., Ахмедьянова Г.Ф.</i>	90
ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ РАЗВИТИЯ ЦЕННОСТНОЙ ОРИЕНТАЦИИ ШКОЛЬНИКОВ СЕЛЬСКИХ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ НА РАБОЧИЕ ПРОФЕССИИ	
<i>Скрипова Н.Е.</i>	95

Сельскохозяйственные науки

ПЕРЕКРЕСТНОЕ ОПЫЛЕНИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРМОВЫХ БОБОВ	
<i>Жеруков Б.Х., Магомедов К.Г., Ханиева И.М., Гарунова Ж.М.</i>	100

Социологические науки

ФАВОРИТИЗМ КАК ЭЛЕМЕНТ СОЦИАЛЬНО-ПОЛИТИЧЕСКИХ ОТНОШЕНИЙ	
<i>Парамонова С.П.</i>	104

Технические науки

ВЫБОР КРИТЕРИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ УПРАВЛЕНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА БИОСИНТЕЗА	
<i>Володин А.А., Лубенцова Е.В.</i>	109
ТЕПЛОВОЙ РАЗГОН В НИКЕЛЬ-КАДМИЕВЫХ АККУМУЛЯТОРАХ	
<i>Галушкин Д.Н., Галушкин Н.Е., Язвинская Н.Н.</i>	116
МОДЕЛИРОВАНИЕ УДАРНЫХ НАГРУЗОК ПРИ БУРЕНИИ СЛОЖНОСТРУКТУРНЫХ ГОРНЫХ МАССИВОВ	
<i>Гилёв А.В., Шигин А.О.</i>	120
ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ АСФАЛЬТОБЕТОНА	
<i>Готовцев В.М., Шатунов А.Г., Румянцев А.Н., Сухов В.Д.</i>	124
ОГНЕСТОЙКОСТЬ БЕТОНА: МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВОГО УДАРА	
<i>Еналеев Р.Ш., Теляков Э.Ш., Анаников С.В., Гасилов В.С.</i>	129

<hr/>	
АНИЗОТРОПИЯ СТРУКТУРЫ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СИНТЕТИЧЕСКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ СПЛАВОВ	
<i>Игнатова А.М., Игнатов М.Н., Артемов А.О.</i>	134
НОВЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ ОБЛАГОРАЖИВАНИЯ «СИНТЕТИЧЕСКОЙ НЕФТИ» И ЕЁ ДИСТИЛЛЯТОВ	
<i>Каирбеков Ж.К., Мылтыкбаева Ж.К., Каирбеков А.Ж., Шакиева Т.В.</i>	140
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ МЕДЬ-АЛЮМИНИЕВОЙ ОКСИДНОЙ СИСТЕМЫ В НЕРАВНОВЕСНЫХ УСЛОВИЯХ	
<i>Коробочкин В.В., Усольцева Н.В., Балмашинов М.А.</i>	143
НАУЧНО ОБОСНОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОТКРЫТЫМИ АВТОТРАНСПОРТНЫМИ СИСТЕМАМИ	
<i>Корчагин В.А., Ризаева Ю.Н., Корчагина Т.В.</i>	148
БЕЗОБЖИГОВОЕ КОМПОЗИЦИОННОЕ ВЯЖУЩЕЕ ИЗ МЕСТНЫХ КРЕМНИСТЫХ ПОРОД И БЕЗВОДНОГО СИЛИКАТА НАТРИЯ, МОДИФИЦИРОВАННОЕ ЩЕЛОЧЕСОДЕРЖАЩЕЙ ДОБАВКОЙ	
<i>Мантуров З.А.</i>	153
КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ПРИМЕСЕЙ ИЗ СУСПЕНЗИЙ ОРГАНИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ	
<i>Орехов В.С., Леонтьева А.И.</i>	158
СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТИ КРАТКОВРЕМЕННОЙ ПОЛЗУЧЕСТИ ТИТАНОВОГО СПЛАВА ВТ1-0 ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ В ВОЗДУХЕ, ВОДОРОДЕ И АЗОТЕ	
<i>Смирнов С.В., Замаараев Л.М., Матафонов П.П.</i>	164
ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ МОДЕЛИ СТАЦИОНАРНОЙ МАХОВСКОЙ КОНФИГУРАЦИИ К РАСЧЕТУ ДИСКА МАХА В СВЕРХЗВУКОВОЙ СТРУЕ	
<i>Усков В.Н., Булат П.В., Продан Н.В.</i>	168
РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ СТОЙКОСТИ БЕТОНОВ ПЛИТ ПДН, ЭКСПЛУАТИРУЮЩИХСЯ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ КЛИМАТА	
<i>Янковский Л.В.</i>	176
Филологические науки	
О СЕМАНТИКЕ И СИМВОЛИКЕ КОНЯ <i>БЕХ</i> В СВАДЕБНОЙ ОБРЯДНОСТИ ОСЕТИН	
<i>Абаева Ф.О.</i>	182
ЧАСТЕРЕЧНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЕДИНИЦ ДЕНОТАТИВНЫХ КЛАССОВ <МЕЕР> И <МОРЕ> В НЕМЕЦКОМ И РУССКОМ ЯЗЫКАХ	
<i>Федорова М.М.</i>	187
Философские науки	
ЛИНЕЙНАЯ (КЛАССИЧЕСКАЯ) И НЕЛИНЕЙНАЯ (ПОСТНЕКЛАССИЧЕСКАЯ) ОНЦЕПЦИИ СОЦИАЛЬНО-ИСТОРИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ	
<i>Музыка О.А., Ковтунова Д.В.</i>	192
Химические науки	
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО РАСТВОРА ПРИ ДЕЙСТВИИ АКТИВНЫХ ФОРМ КИСЛОРОДА И АЗОТА	
<i>Мартусевич А.К., Перетягин С.П., Иванникова Е.В.</i>	197

ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНАЯ ДЕСТРУКЦИЯ ПОЛИБУТАДИЕНОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ СМЕСИ ФУЛЛЕРЕНОВ ГРУППЫ C ₅₀ -C ₉₂ <i>Чичварин А.В., Игуменова Т.И., Гудков М.А.</i>	202
--	-----

Экономические науки

АНАЛИЗ РИСКОВ, СВЯЗАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В АУДИТОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ <i>Григоренко М.А.</i>	206
К ВОПРОСУ О ФИНАНСОВЫХ ИСТОЧНИКАХ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ <i>Молчанова М.Ю.</i>	210
ПРОБЛЕМЫ КЛАССИФИКАЦИИ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИХ РИСКОВ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОСТИ <i>Омарова Н.Ю., Бедовая Л.В.</i>	217
КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ПРОГНОЗНОЙ ЧИСЛЕННОСТИ ИНОСТРАННЫХ РАБОТНИКОВ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ЗАПЛАНИРОВАННОГО РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ РОССИИ <i>Парикова Н.В., Питухин Е.А., Сигова С.В.</i>	222
ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ВЛИЯНИЯ ФИНАНСОВОЙ ПОЛИТИКИ РОССИИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ В ОБЩЕСТВЕ <i>Разумовская Е.А.</i>	228
НАЦИОНАЛЬНАЯ ИННОВАЦИОННАЯ СИСТЕМА КАК ОСНОВА ЭКОНОМИКИ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ <i>Савин К.Н., Нижегородов Е.В.</i>	233
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО КОЭФФИЦИЕНТА НАПРЯЖЕННОСТИ НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ ТРУДА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТРЕБНОСТИ В ИНОСТРАННЫХ РАБОТНИКАХ <i>Сигова С.В., Питухин Е.А., Парикова Н.В.</i>	237
НЕКОТОРЫЕ МЕТОДЫ-РЕГУЛЯТОРЫ ИНДИКАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ МЕДИЦИНСКИМИ УЧРЕЖДЕНИЯМИ <i>Тхориков Б.А.</i>	243
ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ	248

CONTENTS
Biological sciences

THE MEASUREMENT OF METABOLIC PECULIARITIES OF ARTEMISIA SP. OF VORONEZH STATE UNIVERSITY BOTANICAL GARDEN <i>Zemlianukhina O.A., Veprintsev V.N., Karpechenko K.A., Karpechenko N.A., Kalaev V.N., Lepeshkina L.A., Mukovnina Z.P., Serikova V.I., Moiseeva E.V., Baranova T.V., Kuznetsov B.I.</i>	13
MICROBIOCENOSIS OF CHEMOLITHOTROPHIC MICROBIAL BACTERIA OF IN SITU LEACHING SOLUTIONS OF «UVANAS» AND «MYNKUDUK» URANIUM DEPOSITS <i>Kanayeva Z.K., Kanayev A.T.</i>	20
A BIOFEEDBACK BY HRV-PARAMETRES AND SEROTONIN LEVELS IN YOUNG PEOPLE OF THE NENETS AUTONOMOUS DISTRICT AND ARKHANGELSK AREA <i>Krivanogova E.V., Poskotinova L.V., Demin D.B., Stavinskaya O.A.</i>	25
ON THE STRUCTURAL BASIS OF MOTOR ASYMMETRY: HAND PREFERENCE IN DIFFERENT KINDS OF EPILEPSY IN RATS <i>Pletneva E.V., Ioffe M.E., Kulikov M.A.</i>	30
STUDY OF ADAPTIVE REACTIONS OF COPROPHILOUS INSECTS: SOME RESULTS AND PERSPECTIVES <i>Psarev A.M.</i>	34
HEALTH-ENVIRONMENTAL CHARACTERISTICS OF THE MINING REGIONS OF THE URAL REGION THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN <i>Rafikova Y.S., Semenova I.N., Seregina Y.Y., Khakimzyanov O.M.</i>	43
INFLUENCE OF 1,6-A-D-GLUCAN FROM MUSSEL «CRENOMYTILUS GRAYANUS» (MITILAN) ON LIPOID SPECTRUM AND CYTOKINE'S PROFILE AT EXPERIMENTAL ATHEROSCLEROSIS <i>Turmova E.P., Markelova E.V., Krasnikov V.E., Bichkov E.A., Lukyanov P.A., Chikalovec I.V., Grigorjuk A.A.</i>	46
CHRONIC DERMATOSIS PERSONS SKIN'S STAPHYLOCOCCUS SPP. GENOTYPING RESULTS <i>Falova O.E., Potaturkina-Nesterova N.I., Ilina E.N., Borovskaya A.D., Parfenova T.V.</i>	51
STATUS OF SOIL'S MICROBIOCENOSIS AFTER USING OF BIOPREPARATIONS THAT BASED ON PSEUDOMONAS CHLORORAPHIS SUBSP. AUREOFACIENS (PSEUDOMONAS AUREOFACIENS) <i>Kharkhun E.V., Polaykova A.V., Vnukov V.V., Kim D.A.</i>	56
A STUDY OF THE ADVANTAGES OF BIFURCATIONAL VESSEL BRANCHING IN THE PRECAPILLARY PART OF THE CORONARY BED IN MAMMALS <i>Tsvetkov V.D.</i>	61

Veterinary sciences

THE WORKING OUT OF A FIZIOLOGO-BIOGEOCHEMICAL PARADIGM AS THEORETICAL BASIS OF APPLICATION OF MICROELEMENTS IN ANIMAL INDUSTRIES OF THE REGION LOW VOLGA <i>Vorobev D.V., Vorobev V.I., Khismetov D.V.</i>	66
---	----

Geologo-mineralogical sciences

THE LITOLOGICAL FACTORS OF CONTROL GOLD-BLACK-SHALE ORES <i>Gusev A.I.</i>	70
SOME QUESTIONS OF GENETIC MINERALOGY <i>Portnov V.S., Yurov V.M., Tursunbaeva A.K., Ten T.L., Sultanbekova A.B., Laysov N.G.</i>	75

Pedagogical sciences

EDUCATIONAL ENVIROMENT OF FORMATION PROFESSIONAL AND FOREIGN LANGUAGE COMPETENCE OF ADMINISTRATIVE STAFF <i>Meshcheryakova E.V., Loktyushina E.A.</i>	79
SUMMER SCIENTIFIC SCHOOL – AN IMPORTANT COMPONENT OF STUDENT TRAINING OF NATIONAL RESEARCH UNIVERSITIES TO INNOVATIONNOY ACTIVITIES <i>Naumkin N.I., Grosheva E.P., Kupryashkin V.F., Shekshaeva N.N., Panyushkina E.N.</i>	84
DEVELOPMENT OF CREATIVE POTENTIAL OF STUDENTS ON EXAMPLE THE USE OF SATELLITE TECHNOLOGIES <i>Pischukhin A.M., Belonovskay I.D., Akhmedyanova G.F.</i>	90
PSIHOLOGO-PEDAGOGICAL PRECONDITIONS OF DEVELOPMENT OF VALUABLE ORIENTATION OF SCHOOLBOYS OF RURAL EDUCATIONAL INSTITUTIONS ON WORKING TRADES <i>Skripova N.E.</i>	95

Agricultural sciences

CROSS-POLLINATION AND PRODUCTIVITY OF FODDER BEANS <i>Zherukov B.H., Magomedov K.G., Hanieva I.M., Garunova Z.M.</i>	100
---	-----

Sociological sciences

FAVORITISM AS AN ELEMENT OF SOCIAL AND POLITICAL RELATIONS <i>Paramonova S.P.</i>	104
--	-----

Technical sciences

SELECTION CRITERIA OF EFFICIENCY AND OPTIMUM CONTROL AND SIMULATION OF BIOSYNTHESIS <i>Volodin A.A., Lubentsova E.V.</i>	109
THERMAL RUNAWAY IN NICKEL-CADMIUM ACCUMULATORS <i>Galushkin D.N., Galushkin N.E., Yazvinskaya N.N.</i>	116
WORKING OUT OF IDEALISED MODEL OF DRILLING OF ROCKS WITH VARIOUS PHYSICOMECHANICAL PROPERTIES BY ROLLER BIT CHISELS <i>Gilev A.V., Shigin A.O.</i>	120
PRINCIPLES OF FORMING THE OPTIMAL STRUCTURE OF ASPHALT CONCRETE <i>Gotovcev V.M., Shatunov A.G., Rumyantsev A.N., Sukhov V.D.</i>	124
FIRE RESISTANCE OF CONCRETE: MODELLING OF HEAT PUSH <i>Enaleev R.S., Telyakov E.S., Ananikov S.V., Gasilov V.S.</i>	129

<hr/>	
ANISOTROPY OF THE STRUCTURE AND MECHANICAL PROPERTIES OF SYNTHETIC MINERAL ALLOY <i>Ignatova A.M., Ignatov M.N., Artemov A.O.</i>	134
NEW CATALYSTS OF «SYNTHETIC OIL» AND ITS DISTILLATES ENNOBLEMENT <i>Kairbekov Z.K., Myltykbaeva Z.K., Kairbekov A.Z., Shakieva T.V.</i>	140
NONEQUILIBRIUM ELECTROCHEMICAL SYNTHESIS OF COPPER-ALUMINIUM OXIDE SYSTEM <i>Korobochkin V.V., Usoltseva N.V., Balmashnov M.A.</i>	143
SCIENTIFICALLY-REASONABLE MANAGEMENT BY OPEN MOTOR TRANSPORT SYSTEMS <i>Korchagin V.A., Rizaeva Y.N., Korchagina T.V.</i>	148
ROASTING FREE COMPOSITE KNOTTING FROM LOCAL SILICEOUS BREEDS AND ANHYDROUS SILICATE OF SODIUM MODIFIED BY THE ALKALINE ADDITIVE <i>Manturov Z.A.</i>	153
CRYSTALLIZATION OF WATER-SOLUBLE ORGANIC IMPURITIES FROM SUSPENSIONS OF PRODUCTS <i>Orehov V.S., Leonteva A.I.</i>	158
COMPARATIVE RESEARCH OF SHORT-TERM CREEP RATE OF TITANIC ALLOY VT1-0 AT THE HIGH TEMPERATURES IN AIR, HYDROGEN AND NITROGEN <i>Smirnov S.V., Zamaraev L.M., Matafonov P.P.</i>	164
RATIONALE FOR THE USE OF MODELS OF STATIONARY MACH CONFIGURATION CALCULATION OF MACH DISK IN A SUPERSONIC JET <i>Uskov V.N., Bulat P.V., Prodan N.V.</i>	168
RESULTS OF THE ASSESSMENT FIRMNESS CONCRETE PLATES PDN, BEING MAINTAINED IN THE CONDITIONS OF CLIMATE INFLUENCE <i>Yankovsky L.V.</i>	176

Philological sciences

ABOUT HORSE (<i>BÆH</i>) SEMANTICS AND SYMBOLICS IN THE OSSETIC WEDDING RITUALISM <i>Abaeva F.O.</i>	182
PART OF SPEECH CHARACTERISTICS OF THE UNITS OF THE DENOTATIVE CLASSES <MEER> AND <MOPE> IN GERMAN AND RUSSIAN <i>Fedorova M.M.</i>	187

Philosophical sciences

LINEAR (CLASSICAL) AND NONLINEAR (POSTNONCLASSICAL) THE CONCEPT OF SOCIAL AND HISTORICAL PROCESS: A COMPARATIVE ANALYSIS <i>Musica O.A., Kovtunova D.V.</i>	192
---	-----

Chemical sciences

PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF SODIUM CHLORIDE SOLUTION AT ACTIVE OXYGEN AND NITROGEN EFFECT <i>Martusevich A.K., Peretyagin S.P., Ivannikova E.V.</i>	197
CHARACTER OF THERMAL DESTRUCTION POLYBUTADIENE UNDER THE INFLUENCE MIX FULLERENE C ₅₀ -C ₉₂ CLUSTER <i>Chichvarin A.V., Igumenova T.I., Gudkov M.A.</i>	202

Economic sciences

RISK ANALYSIS RELATED TO THE USE OF SOFTWARE IN SPEIALIZIROVANNOGO AUDITING <i>Grigorenko M.A.</i>	206
TO THE QUESTION OF THE FINANCAI SOURCIS OF MUNICIPAL UNIONS <i>Molchanova M.Y.</i>	210
THE PROBLEMS OF CLASSIFICATION OF BUSINESS RISKS IN THE MODERN CONDITIONS <i>Omarova N.Y., Bedovaya L.V.</i>	217
QUANTITATIVE EVALUATION OF FOREIGN WORKERS ESTIMATED NUMBERS NECESSARY FOR PLANNED RUSSIAN ECONOMY DEVELOPMENT <i>Parikova N.V., Pitukhin E.A., Sigova S.V.</i>	222
APPROACHES TO THE ASSESSMENT OF IMPACT FINANCIAL POLICY OF RUSSIA ON THE EFFICIENCY OF SOCIO-ECONOMIC REFORMS IN SOCIETY <i>Razumovskaya E.A.</i>	228
NATIONAL INNOVATION SYSTEM AS A BASIS OF ECONOMY OF QUALITY OF LIVE <i>Savin K.N., Nizhegorodov E.V.</i>	233
PROJECTION OF MODIFIED TENSION FACTOR ON RUSSIAN LABOUR MARKET FOR AFFECTING DEMAND IN FOREIGN WORKERS <i>Sigova S.V., Pitukhin E.A., Parikova N.V.</i>	237
SOME CONTROLLING METHODS OF THE INDICATIVE MANAGEMENT FOR MEDICAL FACILITIES <i>Tkhorikov B.A.</i>	243
<i>RULES FOR AUTHORS</i>	248

УДК 577.151.05 + 577.151.65

ИЗУЧЕНИЕ МЕТАБОЛИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ВИДОВ ПОЛЫНЕЙ РЕГИОНАЛЬНОЙ ФЛОРЫ, КУЛЬТИВИРУЕМЫХ В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

¹Землянухина О.А., ¹Вепринцев В.Н., ¹Карпеченко К.А., ¹Карпеченко Н.А.,
²Калаев В.Н., ²Лепешкина Л.А., ²Муковнина З.П., ²Серикова В.И.,
²Моисеева Е.В., ²Баранова Т.В., ²Кузнецов Б.И.

¹ФГУП «Научно-исследовательский институт лесной генетики и селекции»,
Воронеж, e-mail: oz54@mail.ru;

²ФГБОУ ВПО Воронежский государственный университет,
Воронеж, e-mail: Dr_Huixs@mail.ru

Проведен биохимический анализ пяти видов полыней. Эти виды являются редкими и охраняемыми растениями региональной флоры. Изучена ферментативная активность изоцитратдегидрогеназы, изоцитратлиазы, NADH-дегидрогеназы, малатдегидрогеназы, малик-энзима. Выявлены изоферментные спектры NADH-дегидрогеназы, неспецифической эстеразы, малик-фермента, супероксиддисмутазы. Предполагается, что адаптация растений полыни к условиям ботанического сада им. проф. Б.М. Козо-Полянского Воронежского государственного университета (на основе анализа активности изоцитратдегидрогеназы, малатдегидрогеназы, малик-энзима) возрастает в следующем порядке: полынь беловойлочная, полынь армянская, полынь широколистная, полынь эстрагон и полынь обыкновенная. У всех видов полыней показано наличие ярко выраженных зон активности супероксиддисмутазы – фермента, участвующего в антиоксидантной системе клеток. Эстеразные спектры представлены наибольшим количеством изоформ (12) и несут, по-видимому, видовую специфичность и могут служить для идентификации того или иного вида.

Ключевые слова: род полынь, ферментативная активность, изоферментные спектры

THE MEASUREMENT OF METABOLIC PECULIARITIES OF ARTEMISIA SP. OF VORONEZH STATE UNIVERSITY BOTANICAL GARDEN

¹Zemlianukhina O.A., ¹Veprintsev V.N., ¹Karpechenko K.A., ¹Karpechenko N.A.,
²Kalaev V.N., ²Lepeshkina L.A., ²Mukovnina Z.P., ²Serikova V.I.,
²Moiseeva E.V., ²Baranova T.V., ²Kuznetsov B.I.

¹Research Institute of Forest Genetics and Breeding, Voronezh, e-mail: oz54@mail.ru;

²Voronezh State University, Voronezh, e-mail: Dr_Huixs@mail.ru

The measurements of metabolic peculiarities of five Artemisia spp. of Voronezh State University botanical garden were carried out. These species are rare plants of regional flora. Isocitrate dehydrogenase, isocitrate lyase, NADH-dehydrogenase, malate dehydrogenase, malik-enzyme activities were studied. The data of lack of activity glukozo-6-phosphate dehydrogenase was obtained. Isofermental spectrums of NADH-dehydrogenase, nonspecific esterase, malik enzyme, superoxide dismutase were revealed. Expected that stability of Artemisia plants increases in a following order: Artemisia hololeuca Bieb. ex Bess., Artemisia armeniaca Lam., Artemisia latifolia Ledeb., Artemisia dracunculul L., Artemisia vulgaris L. At all species of Artemisia are pronounced zones of superoxide dismutase activity. This is enzyme which participates in antioxidant system of cells. EST-spectrums consisting of 12 isoforms have an ability of species Artemisia identification.

Keywords: genus Artemisia, the enzymatic activity, isozyme spectrums

Род полынь относится к семейству астровых и насчитывает более 200 видов. Известно, что растения полыни вырабатывают огромное количество химических соединений, которые делятся на две основные группы: биологически активные и сопутствующие. Наличие сопутствующих веществ – одно из отличий природных лекарственных средств от синтетических. Основными биологическими веществами полыни являются эфирные масла, сопутствующими – органические кислоты, жирные кислоты и дубильные вещества.

В настоящее время некоторые виды полыни являются исчезающими и занесены в Красную книгу. Сокращение видовой разнообразия растений происходит в связи

с хозяйственной деятельностью человека, нарушениями землепользования, загрязнением территорий, чтобы создать и внедрить механизмы сохранения и восстановления редких и находящихся под угрозой исчезновения видов, необходимо проводить фундаментальные научные исследования для получения научных знаний в области биологии видов, для оценки их современного состояния и воздействия на эти объекты лимитирующих факторов.

Несмотря на широкое применение травяных сборов разных видов полыней, в литературе практически не встречаются данные о биохимических исследованиях представителей рода полынь. В предлагаемой работе у пяти видов полыни были

проанализированы ферменты основных метаболических циклов клетки: цикла трикарбоновых путей (ЦТК), пентозо-фосфатного пути (шунта), глиоксилатного цикла, альтернативного ЦТК цикла, представленного Са-чувствительной NADH-дегидрогеназой. Известно, что нарушения в регуляции циклов под действием антропогенных факторов или иных стрессовых воздействий приводят к изменению активности ключевых ферментов, их изоферментному составу [5, 8, 11]. Поэтому целью исследования являлось изучение метаболических особенностей видов полыней региональной флоры, культивируемых в ботаническом саду Воронежского государственного университета.

Материалы и методы исследования

В качестве объектов исследования были выбраны пять видов полыней, которые интродуцированы в коллекции и экспозиции природной флоры и растительности Центрального Черноземья. Среди них есть редкие и уязвимые виды, охраняемые на региональном и федеральном уровне.

Полынь беловойлочная (*Artemisia hololeuca* Bieb. ex Bess.) занесена в Красную книгу России, статус 2, и Красную книгу Белгородской области, статус 6. Является эндемиком меловых обнажений бассейна Дона и Северского Донца. В регионе указывается для Белгородской (юго-восток) и Воронежской (юг) областей [1]. Это степной полукустарничек с многочисленными укороченными вегетативными побегами, образующими густую дернину, 10–25 (35) см высотой, ксерофит, кальцефил, эвтроф, светолюбивый. Цветет в июле-августе. В ботаническом саду культивируется в коллекции «Растения Красной книги России флоры Центрального Черноземья» и «Систематикум флоры Центрального Черноземья», на экспозиции «Сниженные Альпы».

Полынь армянская (*Artemisia armeniaca* Lam.) включена в Красные книги Липецкой и Курской областей, статус 2 [9]. Это опушечно-степной травянистый многолетник, 40–65 см высотой, мезоксерофит, кальцефил, мезотроф, светолюбивый. Цветет в июле-августе. Размножается делением куста. Представлен в коллекции «Систематикум флоры Центрального Черноземья».

Полынь широколистная (*Artemisia latifolia* Ledeb.) занесена в Красные книги Липецкой и Курской областей, статус 2 [9]. В культуре этот степной длиннокорневищный травянистый многолетник достигает 20–55 см высотой. Растет на хорошо освещенных местах и предпочитает богатые карбонатами почвы. Цветет в июле-сентябре. Размножается вегетативно. В ботаническом саду растет в коллекции «Систематикум флоры Центрального Черноземья».

В качестве контроля использованы два эвритопных вида. Это полынь обыкновенная и полынь эстрагон, которые имеют широкое распространение в Центральном Черноземье.

Полынь эстрагон (*Artemisia dracunculus* L.) – луговой длиннокорневищный травянистый многолетник, 40–150 см высотой, галофит, мезофит, эвтроф, светолюбивый. Цветет в июле-сентябре. Размножается делением куста. Растет в коллекции «Систематикум флоры Центрального Черноземья».

Полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris* L.) – сорно-опушечно-луговой короткокорневищный травянистый многолетник, 50–150 см высотой, мезофит, мезотроф, эвтроф, светолюбивый. Цветет в конце июля – сентябре. Размножается семенами. Представлен в коллекции «Систематикум флоры Центрального Черноземья».

Ферментативный препарат получали с помощью центрифугирования в течение 7 мин при 4200 g, растертых со стеклом листьев в 0,1 М трис-НС1 буфере, pH 7,5. Все работы проводили на холоде. За единицу ферментативной активности принимали количество фермента, катализирующее образование 1 мкМ продукта за 1 мин при 25°C с учетом коэффициента молярной экстинкции («общая активность», ФЕ/мл). Удельную активность рассчитывали, относив общую активность на 1 мг белка (ФЕ/мг). Надосадочные жидкости в процессе работы сохраняли в эппендорфах в твердотельном термостате BIOSAN CH-100 при –3°C.

Активность ферментов определяли по Землянухиной А.А. [4]. Измерение оптической плотности проводили в 1 см кварцевых кюветах на СФ-102 в течение 3–15 мин. Изучались следующие активности ферментов: изоцитратдегидрогеназа (ИДГ; КФ 1.1.1.42), изоцитратлиаза (ИЦЛ; КФ 4.1.3.1), NADH-дегидрогеназа (NADH-ДГ; КФ 1.6.99.1), малатдегидрогеназа (МДГ; КФ 1.1.1.37), малик-энзим (МЭ; КФ 1.1.1.3), глюкозо-6-фосфат дегидрогеназа (гл.-6-Ф-ДГ; КФ 1.1.1.49), неспецифическая эстераза (ЭСТ; КФ 3.1.1.1).

Изоферментный анализ на выявление активности супероксиддисмутазы (СОД; КФ 1.15.1.1), NADH-дегидрогеназы, малик-энзима, неспецифической эстеразы проводили электрофоретически по стандартному методу Дэвиса в вертикальных пластинах ПААГ (7.5%) в окрашивающей смеси [16]. Гели высушивали на стеклянных пластинах, в целлофане, в растворе спирт : глицерин (1:1), а затем сканировали с разрешением 300 dpi.

Определение количества растворимого белка проводили по методу Брэдфорда [13]. В таблице и на рисунках даны значения средних арифметических данных, вычисленных на основании трех измерений.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты анализа измерения активностей ИДГ, ИЦЛ, NADH-ДГ, МДГ, МЭ приведены в табл. 1, где № 1 – полынь беловойлочная, № 2 – полынь армянская, № 3 – полынь широколистная, № 4 – полынь эстрагон, № 5 – полынь обыкновенная. Представленные результаты демонстрируют одинаковый характер распределения в листьях полыней обоих ферментов, субстратом которых является изоцитрат, хотя и различающийся по абсолютным значениям почти на порядок. Так, максимальная активность ИДГ обнаруживается в листьях полыни беловойлочной ($2,39 \cdot 10^{-3}$ ФЕ/мг), а минимальная – у полыни обыкновенной ($0,41 \cdot 10^{-3}$ ФЕ/мг), т.е. разница почти в 6 раз. Почти такой же характер носит и активность ИЦЛ: максимальное значение наблюдается в листьях полыни беловойлочной ($0,61 \cdot 10^{-3}$ ФЕ/мл), минималь-

ное – у полыни эстрагон ($0,09 \cdot 10^{-3}$ ФЕ/мг), разница почти семикратная. ИДГ является представителем ЦТК, а ИЦЛ – глиоксилатного цикла. Последний представлен среди растений, накапливающих оксалаты, а также у масличных растений, к которым с долей вероятности можно отнести и виды полыней, содержащие большое количество эфирных масел.

Хотя активность ИЦЛ на порядок ниже активности ИДГ, она, тем не менее, измеряема и достоверна. Кажется вероятным, что регуляция ЦТК осуществляется у разных растений по-разному и зависит от концентрации оксалоацетата. Вполне возможно, что этот фактор играет главную роль, поскольку концентрация оксалоацетата в митохондриях очень низка и зависит от метаболических условий. Судя по

результатам исследований этих двух ферментов, метаболические процессы у пяти видов полыней идут в одном направлении. Снижение активности ферментов, утилизирующих изоцитрат, идет в направлении: полынь беловойлочная → полынь армянская → полынь широколистная → полынь эстрагон → полынь обыкновенная. Решающую роль в уточнении ответа на проблему должно быть определение дополнительных ферментов, например, участвующих в электрон-транспортной цепи (в частности, цитохром *c*-оксидазы). В определенной степени устойчивость растения зависит от дыхательных процессов: чем ниже норма активности ИДГ (полынь обыкновенная), тем устойчивее растение, чем выше норма активности ИДГ – тем интенсивнее растение дышит, тем сильнее стресс [2].

Таблица 1

Активность ферментов ИДГ, ИЦЛ, NADH-ДГ, МДГ, МЭ у представителей пяти видов рода полынь ($\cdot 10^{-3}$)

№ п/п	ИДГ		ИЦЛ		NADH-ДГ		МДГ		Малик-энзим	
	ФЕ/мл	ФЕ/мг	ФЕ/мл	ФЕ/мг	ФЕ/мл	ФЕ/мг	ФЕ/мл	ФЕ/мг	ФЕ/мл	ФЕ/мг
1	7,71	2,39	1,98	0,61	21,21	6,57	4,82	1,99	2,89	0,89
2	5,30	1,39	0,72	0,19	2,89	0,76	11,09	2,91	5,78	1,51
3	7,23	1,27	1,62	0,28	4,82	0,84	13,50	2,36	8,19	1,43
4	3,37	0,41	1,62	0,20	6,75	0,82	10,12	1,23	0	0
5	8,19	0,84	0,90	0,09	5,3	0,54	9,16	0,94	0	0

Активность NADH-дегидрогеназы как общая, так и удельная, находятся в пределах значений активностей других исследуемых ферментов, за исключением полыни беловойлочной, где значения показателя составляют $21,21 \cdot 10^{-3}$ ФЕ/мл. Вполне вероятно, что такое распределение фермента зависит от природы вида и не связано с его адаптивными признаками.

В метаболизме клеток, подверженных стрессовому воздействию, обычно происходят значительные изменения, направленные на нейтрализацию негативных эффектов. Изменяется работа ионно-транспортных систем, происходит накопление осмолитов и осмопротекторов: пролина, аланина, бетаина, маннитола и др. [2, 14]. Известно, что малат играет существенную роль в поддержании внутренних физиологических условий растительной клетки. Двойной путь утилизации малата с помощью малатдегидрогеназ и малик-энзимов позволяет организму уменьшить зависимость от гликолиза при синтезе энергии и углеродных скелетов. Растительная МДГ-система представляет собой динамическое равновесие белков, способное четко реагировать на физиологическое состояние и потребности организма, а также на изменения окружающей среды.

Малатдегидрогеназный комплекс представлен четырьмя дегидрогеназами, две из которых обладают оксидоредуктазной активностью, а две другие – декарбоксилирующие МДГ. Благодаря работе данной ферментной системы осуществляется стыковка и сопряжение отдельных метаболических процессов в клетках [10, 14].

Наиболее изученным ферментом МДГ комплекса является НАД⁺-зависимая оксидоредуктазная МДГ (КФ 1.1.1.37), катализирующая превращение малата в оксалоацетат в цикле Кребса (она также действует в противоположном направлении). Кроме того, данная МДГ отвечает за синтез малата и оксалоацетата.

НАД⁺ – зависимый малик-энзим (КФ 1.1.1.39) в присутствии НАД⁺ превращает малат в пируват. За счет работы этого фермента протекает обходной путь окисления малата в тех условиях, когда оксидоредуктазная дегидрогеназа (КФ 1.1.1.37) блокируется высоким уровнем ОАА, низким рН или недостаточной концентрацией ацетил-КоА [7, 10].

Из результатов, представленных в табл. 1, видно, что наибольшая общая активность как МДГ, так и малик-энзима, обнаруживается в растениях полыни широко-

колистной ($13,50$ и $8,19 \cdot 10^{-3}$ ФЕ/мл) и полыни армянской ($11,09$ и $5,78 \cdot 10^{-3}$ ФЕ/мл, соответственно). Удельные активности ферментов также укладываются в этот пик. Наименьшая активность МДГ измеряется в полыни обыкновенной и полыни эстрагон, а активность у них малик-энзима равна 0, что возможно связано с высокими адаптивными возможностями этих видов полыней.

Пентозофосфатный путь, ключевым ферментом которого является глюкозо-6-фосфат-дегидрогеназа (NADP-зависимая), отвечает, с одной стороны, за биосинтез жирных кислот организма, с другой – за

адаптивные характеристики растения [8, 12]. В настоящем исследовании активности глюкозо-6-фосфат-дегидрогеназы не обнаружено. Вполне вероятно, что ферментативная активность вышеуказанных энзимов отражает как индивидуальные особенности вида, так и степень его адаптации к почвенным условиям ботанического сада Воронежского госуниверситета. Тогда как отсутствие активности глюкозо-6-фосфат-дегидрогеназы, по-видимому, свидетельствует об относительно благополучном состоянии пяти видов полыней. Результаты изоферментного анализа сведены в табл. 2.

Таблица 2

Относительные электрофоретические подвижности (R_f) изоферментов в листьях пяти видов рода полынь

R_f	Полынь беловойлочная	Полынь армянская	Полынь широколистная	Полынь обыкновенная	Полынь эстрагон
<i>NADH-дегидрогеназа</i>					
0,033	+	+	+	–	+
0,073	+	+	+	+	+
<i>1-эстераза</i>					
0,542	–	–	+	–	–
0,569	–	–	+	–	+
0,590	–	–	–	–	+
0,611	–	+	–	–	–
0,625	+	–	+	+	–
0,639	–	+	–	–	–
0,653	+	–	+	–	–
0,667	–	–	–	+	–
0,694	+	+	–	+	–
0,736	–	–	+	–	–
0,750	+	+	–	–	–
0,778	–	–	–	+	–
<i>Малик-энзим</i>					
0,054	+	+	+	+	+
0,092	+	+	+	+	+
0,192	+	+	+	+	+
<i>Супероксиддисмутаза</i>					
0,615	–	+	–	+	+
0,708	+	+	+	+	+
0,754	+	+	+	+	+
0,908	–	–	–	+	+

Проявление акриламидных гелей на активность ИДГ и МДГ не выявило зон активности этих энзимов. Возможно, это связано с меньшей их стабильностью при проведении электрофореза по сравнению с другими исследованными ферментами. Изозимного анализа изоцитратлиазы не проводилось, поскольку существующие методы для выявления активности этого фермента показывают у всех растений наличие одной слабо различимой и быстро исчезающей изоформы [3].

По результатам табл. 2 можно, во-первых, отметить, что все пять изученных видов полыней имеют сходные электрофореграммы по малик-энзиму и представлены тремя изоформами, расположенными в верхней части геля. Изозимный спектр другого фермента, NADH-ДГ, выражен только двумя изоформами, одна из которых с R_f 0,073 проявилась у всех пяти видов, а другая, с R_f 0,033, – только у четырех видов, отсутствуя у полыни обыкновенной.

Обычно активность супероксиддисмутазы (СОД) выявляется на гелях, проявляемых на любую дегидрогеназу. В описываемом опыте активность СОД наблюдается в виде ярких белых пятен на геле, проявленном на активность малик-энзима. Так, у всех видов полыни показано наличие выраженных зон активности супероксиддисмутазы – фермента, участвующего в антиоксидантной системе клеток. Супероксиддисмутазы выявляются в виде четырех изоформ, которые присутствуют у полыни обыкновенной и полыни эстрагон. У полыни широколистной две зоны активности представлены широкой, с незаметными границами перехода, полосой, состоящей из двух изоформ.

Наибольшее количество изоформ выявил фермент неспецифическая эстераза: 12 зон активности. Распределение их хаотично, каждый вид рода полынь индивидуален. Скорее всего, эстеразные спектры несут видовую специфичность и могут служить для идентификации того или иного вида растения.

Одним из способов выявления и оценки генетического разнообразия в природе является измерение активности ферментов, поскольку белки, являясь непосредственным продуктом генной активности, наиболее адекватно отражают изменения в этой структуре. Другим способом служит изоферментный анализ оценки с помощью электрофоретического разделения белков. В предлагаемой работе исследованы ключевые ферменты основных метаболических путей растительной клетки.

Цикл лимонной кислоты, называемый также циклом трикарбоновых кислот или циклом Кребса, является второй стадией клеточного дыхания. На этой стадии ацетильные группы ацетил-КоА расщепляются ферментативным путем с образованием высокоэнергетических атомов водорода и высвобождением CO_2 , который представляет собой конечный продукт окисления органического топлива. В ЦТК на различных регуляторных пунктах функционирует множество ферментов, изучались лишь некоторые из них: ИДГ, МДГ, МЭ. В процессе функционирования цикла лимонной кислоты обеспечивается синтез макроэргических соединений (АТФ), которые идут на рост и развитие организмов. У растений и некоторых микроорганизмов ацетильные группы часто служат не только высокоэнергетическим «топливом», но и источником метаболитов, из которых строятся углеродные скелеты углеводов. В таких клетках действует модификация ЦТК, называемая глиоксилатным циклом. В глиоксилатном цикле ацетил-КоА взаимодействует с ок-

салоацетатом, в результате чего образуется цитрат. Однако расщепление изоцитрата происходит не в обычной изоцитратдегидрогеназной реакции, как в ЦТК, а под действием фермента изоцитратлиазы с образованием сукцината и глиоксилата. Цикл распространен среди масличных растений и растений, накапливающих оксалаты [3]. Исходя из результатов эксперимента, можно заключить, что растения полыни обыкновенной и эстрагон более активно дышат и накапливают большее количество белка по сравнению с растениями-интродуцентами этого же вида (п. беловойлочная, п. армянская, п. широколистная).

В ходе выполнения исследовательской работы были изучены биохимические различия между пятью видами полыни региональной флоры. Показано, что увеличение количества белка в листьях, вероятно, свидетельствующее о лучшей функциональности метаболических процессов, происходит в следующем порядке: полынь беловойлочная, полынь армянская, полынь широколистная, полынь обыкновенная и полынь эстрагон. Это можно было бы объяснить следующим образом. В листьях первых двух видов полыни превращение жиров в углеводы и накопление запасных веществ идет, вероятно, с опережением по сравнению с интродуцированными видами. Для уточнения ответа на такую интересную особенность в биохимии пяти видов полыней следовало бы провести оценку накопления сахаров и других запасных веществ, что, однако, выходит за рамки данной статьи.

Глюкозо-6-Ф-ДГ (окисляющая глюкозо-6-фосфат) является первым ферментом пентозофосфатного пути, откликающимся на различные изменения окружающей среды (водный дефицит, гипоксические условия, аномальные количества ионов тяжелых металлов и др.) [5, 8, 12]. В ходе работы не было обнаружено активности энзима в листьях пяти видов полыни. Косвенно, в совокупности с данными по активности других ферментов, это может служить дополнительным свидетельством о неплохой адаптации интродуцированных видов полыни.

Фермент NADH-дегидрогеназа является представителем альтернативного ЦТК пути: так называемого свободного дыхания, локализованного в митохондриях. Альтернативный фермент связан с выделением части ассимилированного CO_2 . Известно, что получение трансгенных растений, дефицитных по альтернативной оксидазе (NADH-дегидрогеназе) показывает снижение как жизнеспособности, так и продуктивности растений [15]. Представленные результаты не обнаруживают отклонений

в активности данного фермента у четырех видов полыни, за исключением п. беловойлочной, в листьях которой значение активности NADH-дегидрогеназы более чем в 8 раз превышает аналогичные показатели остальных изученных видов. Вполне вероятно, что такое распределение фермента связано с видовой специфичностью, а не с его адаптивными признаками. В этой связи представляется важным изучение распределения активностей всех представленных ферментов в онтогенетическом развитии (на протяжении сезона).

Предлагаемая статья является второй в цикле статей о биохимии полыней: первая [6] касалась изучения активности и изоферментного спектра важного адаптивного фермента пероксидазы. Совокупные данные по изучению метаболических особенностей (анализ активности ИДГ, МДГ, МЭ, NADH-ДГ и изоферментных спектров) выбранных видов полыней вполне согласуются с результатами и выводами первой статьи. Они позволяют сделать предварительное заключение, что устойчивость растений в ландшафтно-экологических условиях ботанического сада возрастает в ряду: полынь беловойлочная, полынь армянская, полынь широколистная, полынь эстрагон, полынь обыкновенная, что также подтверждается многолетними интродукционными испытаниями этих видов в культуре ботанического сада.

Данная работа выполнена в рамках и при поддержке государственного контракта на выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2013 годы № 16.518.11.7099. Оценка состояния растительных ресурсов при интродукции в Центрально-Черноземном регионе и разработка мероприятий по их сохранению на базе ботанического сада им. проф. Б.М. Козо-Полянского Воронежского государственного университета».

Список литературы

1. Голицын С.В., Доронин Ю.А. Реликтовая флора и растительность // Памятники природы Воронежской области. – Воронеж, 1970. – С. 113–118.
2. Епринцев А.Т., Попов В.Н. Ферментативная регуляция метаболизма ди- и трикарбонных кислот в растениях. – Воронеж: ВГУ, 1999. – С. 134–135.
3. Землянухин А.А., Землянухин Л.А., Епринцев А.Т., Игамбердиев А.У. Глиоксилатный цикл растений. – Воронеж: ВГУ, 1986. – 148 с.
4. Землянухин А.А., Землянухин Л.А. Большой практикум по физиологии и биохимии растений. – Воронеж: ВГУ, 1996. – С. 97–98.
5. Землянухина О.А., Черкасова Н.Н., Васильченко Е.Н. Метаболическая адаптация сахарной свеклы *in vitro* к стрессовым условиям // Матер. VII. Съезда ОФР. – 2011. – С. 269–270.
6. Физиолого-биохимические особенности некоторых видов полыней в культуре ботанического сада им. проф. Б.М. Козо-Полянского Воронежского государственного университета / О.А. Землянухина, В.Н. Калаев, Л.А. Лепешкина, К.А. Карпеченко, В.Н. Вепринцев, В.И. Серикова // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 5 (часть 1). – С. 143–147.
7. Иванищев В.В., Курганов Б.И. Ферменты метаболизма малата: характеристика, регуляция активности и биологическая роль // Биохимия. – 1992. – Т. 57, Вып. 5. – С. 653–661.
8. Кондрашова М.Н., Маевский Е.И., Бабаян Г.В. Адаптация к гипоксии посредством переключения метаболизма на превращение янтарной кислоты // Митохондрии. Биохимия и ультраструктура. – М., 1973. – С. 112–128.
9. Красная книга Российской Федерации (растения, грибы). – М.: Изд-во КМК, 2008. – 855 с.
10. Пине́йру де Карвалью М.А.А., Землянухин А.А., Епринцев А.Т. Малатдегидрогеназа высших растений. – Воронеж: ВГУ, 1991. – 216 с.
11. Тютюрев С.Л. Научные основы индуцированной болезнестойчивости растений. – СПб., 2002. – 329 с.
12. Хватова Е.М., Фокин В.М. Характеристика ферментов пентозного цикла и дыхательной цепи ткани мозга в условиях циркуляторной гипоксии // Пентозофосфатный путь, его механизмы и регуляция: сб. тез. – М., 1972. – С. 33–34.
13. Bradford V.V. A rapid and sensitive method for the quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding // Anal. Biochem. – 1976. – Vol. 72, № 4. – P. 417–422.
14. Eprintsev A.T., Fedorina O.S. Function of malate dehydrogenase complex of maize mesophyll and bundle sheath cell under salt stress condition // Journal of Stress Physiology & Biochemistry. – 2006. – Vol. 2, № 2. – P. 1–6.
15. Alternative Respiration Pathways and Secondary Metabolism in Plants with Different Adaptive Strategies under Mineral Deficiency / Z.F. Rakhmankulova, V.V. Fedyayev, O.A. Podashevskaya, I.Yu. Usmanov // Russian Journal of Plant Physiology. – 2003. – Vol. 50, № 2. – P. 206–212.
16. Wendel J.F., Weedel N.F. Isozymes in plant biology / Edited by D.E. Soltis, P.S. Soltis. Visualization and Interpretation of Plant Isozymes. – Chapter 1. – P. 5–45.

References

1. Golitsyn S.V., Doronin Ju.A. *Reliktovaya flora i rastitel'nost': Pamjatniki pri-rody Voronezhskoj oblasti* [Conate flora and vegetation: Nature Monuments of Voronezh region]. Voronezh, 1970, pp. 113–118.
2. Eprintsev A.T., Popov V.N. *Fermentativnaya regulatsiya metabolizma di- i trikarbonovykh kislot v rasteniyakh* [Enzymatic regulation of di- and three carbonic acid metabolism in plant]. Voronezh: Voronezh Gos. Univ., 1999. pp. 134–135.
3. Zemlyanukhin A.A., Zemlyanukhin L.A., Eprintsev A.T., Igamberdiev A.U. *Glioksilatny tsikl rasteniy* [Glixilate cycle of plants]. Voronezh: Voronezh Gos. Univ., 1986. 148 p.
4. Zemlyanukhin A.A., Zemlyanukhin L.A. *Bolshoy praktikum po fiziologii i biokhimiye rasteniy* [Large practice on plant physiology and biochemistry]. Voronezh: Voronezh Gos. Univ., 1996. pp. 97–98.
5. Zemlyanukhina O.A., Cherkasova N.N., Vasilchenko E.N. *Metabolicheskaya adaptatsiya sakharnoy svekly in vitro k stressovym usloviyam. Materialy VII s'ezda OFP* [Metabolic adaptation of sugar beet in stress conditions *in vitro*. Proceedings of the 8th Congress of the ODF]. 2011, pp. 269–270.
6. Zemlyanuhina O.A., Kalaev V.N., Lepeshkina L.A., Karpechenko K.A., Vepriyev V.N., Serikova V.I. *Fiziologo-biokhicheskie osobennosti nekotorykh vidov polynej v kul'ture botanicheskogo sada im. prof. B.M. Kozo-Poljanskogo Voronezhskogo gosuniversiteta* [Physiological and biochemical characteristics of some species of Artemisia in the culture

of botanical garden of Voronezh State University. Fundamental Research. № 5 (1)]. 2012, pp. 143–147.

7. Ivanishev V.V., Kurganov B.I. *Fermenty metabolizma malata: charakteristika, regulatsiya aktivnosti i biologicheskaya rol. Biokhimiya* [Enzymes of malate metabolism: characteristic Activity regulation and biological role. Biochemistry. Vol. 57, no. 5]. 1992, pp. 653–661.

8. Kondrashova M.N., Maevskiy E.I., Babayan G.B. *Mitokhondrii. Biokhimiya I ultrastruktura. Adaptatsiya k gipoksii posredstvom pereklyucheniya metabolizma na prevrasheniye yantarnoy kisloty* [Adaptation to hypoxia by switching on the metabolic conversion of succinic acid. Mitochondria. Biochemistry and ultrastructure]. Moscow, 1973, pp. 112–128.

9 *Krasnaya kniga Rossiyskoy Federatsii (rasteniya, griby)* [The Red Book of Russian Federation (plants, fungi)]. Moscow, KMK, 2008. 855 p.

10. Pineyru de Karvalyu M.A.A., Zemlyanukhin A.A., Eprintsev A.T. *Malatdegidrogenaza vysshich rasteniy* [Malatdehydrogenase of higher plants]. Voronezh; Voronezh Gos. Univ., 1991. 216 p.

11. Tyuterev S.L. *Nauchnye osnovy indutsirovannoy bolezneustoychivosti rasteniy* [Scientific basis of induced disease resistance of plants]. St. Petersburg, 2002. 329 p.

12. Hvatova E.M., Fokin V.M. *Sbornik tezisov «Pentosofofatny put, ego mekhanizmy i regulatsiya». Kharakteristika fermentov pentoznogo tsikla I dykhatelnoy tsepi tkani mozga v usloviyakh tsirkulatornoy gipoksii* [Characteristics of enzymes of the pentose cycle and respiratory chain of brain tissue in conditions of circulatory hypoxia. Abstracts «Pentose phosphate pathway, its mechanisms and regulation»]. M., 1972, pp. 33–34.

13. Bradford V.V. A rapid and sensitive method for the quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal.Biochem.* Vol.72., no. 4. 1976, pp. 417–422.

14. Eprintsev A.T., Fedorina O.S. Function of malatdehydrogenase complex of maize mesophyll and bundle sheath cell under salt stress condition. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry.* Vol. 2, no. 2. 2006, pp. 1–6.

15. Rakhmankulova Z.F., Fedyaev V.V., Podashevskaya O.A., Usmanov I.Yu. Alternative Respiration Pathways and Secondary Metabolism in Plants with Different Adaptive Strategies under Mineral Deficiency. *Russian Journal of Plant Physiology.* 2003. Vol.50, no 2, pp. 206–212.

16. Wendel J.F., Weedel N.F. Isozymes in plant biology. Edited by D.E.Soltis, P.S.Soltis. *Visualization and Interpretation of Plant Isozymes.* Chapter 1, pp. 5–45.

Рецензенты:

Матвеев С.М., д.б.н., профессор, зав. кафедрой лесоводства, лесной таксации и лесоустройства государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Воронежская государственная лесотехническая академия», г. Воронеж;

Панков Я.В., д.с.н., профессор кафедры лесных культур, селекции и лесомелиорации государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Воронежская государственная лесотехническая академия», г. Воронеж.

Работа поступила в редакцию 05.09.2012.

УДК 574; 579.84

МИКРОБИОЦЕНОЗЫ ХЕМОЛИТОТРОФНЫХ БАКТЕРИЙ РАСТВОРОВ ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ УРАНОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ «УВАНАС» И «МЫНКУДУК»

¹Канаева З.К., ²Канаев А.Т.

¹Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева,
e-mail: kanaeva1992@mail.ru;

²Казахский национальный педагогический университет им. Абая, Алматы

В нашей республике имеется ряд месторождений, где целесообразно получение металлов способом бактериально-химического выщелачивания. При этом большое значение имеют изучение экологии микроорганизмов и влияние различных факторов на скорость биоокислений субстратов для создания биотехнологии извлечения цветных и благородных металлов из руд и продуктов их флотации. Казахстан является крупнейшей сырьевой базой цветной металлургии, поэтому изучение экологии микроорганизмов, осуществляющих окисление сульфидных минералов в экосистемах, представляется весьма актуальным. В данной работе представлен материал о качественном и количественном составе микроорганизмов выщелачивающего сернокислотного раствора, отобранных из месторождения «Уванас» и «Мынкудук». В результате эксперимента была выявлена основная роль *A. ferrooxidans* в окислении закисного железа до окисного. Была доказана роль *A. ferrooxidans* и *A. thiooxidans* в создании агрессивной среды на глубине подземного выщелачивания урана. Исходя из предположения, что основным фактором, способствующим активному размножению тионовых бактерий в геологических отложениях, является повышенная аэрация.

Ключевые слова: окисление сульфидных минералов, микробиоценозы, подземное выщелачивание урана

MICROBIOCENOSIS OF CHEMOLITHOTROPHIC MICROBIAL BACTERIA OF IN SITU LEACHING SOLUTIONS OF «UVANAS» AND «MYNKUDUK» URANIUM DEPOSITS

¹Kanayeva Z.K., ²Kanayev A.T.

¹K.I. Satpayev Kazakh National Technical University e-mail: kanaeva1992@mail.ru;

²Abai Kazakh National Pedagogical University, Republic of Kazakhstan, Almaty

In our republic there are a number of deposits where are rational obtaining metals by bacterial chemical leaching method. At the same time is very important to study microbial ecology and the influence of various factors on the rate of biooxidation of substrates for creation a biotechnology extraction of non-ferrous and precious metals from ores and products of their flotation. Kazakhstan is the largest non-ferrous raw material base that is why the study of microorganism ecology which is carrying out the oxidation of sulfide minerals in ecosystems is very important. This work presents material on qualitative and quantitative composition of microorganisms of leaching sulfuric acid solution, selected from the «Uvanas» and «Mynkuduk». As a result of experiment has been found the main role of *A. ferrooxidans* in oxidation of ferrous iron to ferric. The role of *A. ferrooxidans* and *A. thiooxidans* was proved in creating hostile environment at a depth of underground leaching of uranium. Based on statement that the main factor contributing to the active reproduction of thiobacillus in geological deposits is the increased aeration.

Keywords: oxidation of sulfide minerals, microbiocenosis, leaching solutions of uranium

Сокращение мировых запасов кондиционных урановых руд и увеличение объемов руд со сложными структурами требуют изыскания альтернативных технологических решений по их использованию. В настоящее время все шире внедряются прогрессивные технологии получения металлов руд.

В настоящее время глубоко изучено воздействие тионовых бактерий на сульфидные руды. Установлено, что эти бактерии резко ускоряют процессы выщелачивания сульфидных минералов благодаря интенсификации окислительных процессов [1]. Применительно к сырью месторождения «Уванас» и «Мынкудук» этот процесс изучен мало.

Целью настоящей работы была выделение и изучение деятельности хемолитотрофных бактерий уранового месторождения «Уванас» и «Мынкудук».

Материалы и методы исследований

Объектом исследования являлся продуктивный и выщелачивающий растворы месторождения «Уванас», которое относится к рудоуправлению «Степное» ПВ-17. Пробы растворов отбирали в мае месяце.

В настоящее время обрабатываемые урановые месторождения «Уванас» и «Мынкудук» относятся к ТОО «Степное», которое расположено на территории Сузакского района Южно-Казахстанской области в 420 км к северу от г. Шымкент. Добыча урана в рудоуправлении осуществляется методом подземного скважинного выщелачивания (ПСВ).

Методы исследований. Физико-химические методы исследования. Изучение качественного и количественного состава микрофлоры месторождения проводили путем высева соответствующих проб руды или растворов на питательные среды. Пробы воды и руды отбирали стерильно, в соответствии с имеющимися руководствами [2]; pH и температуру измеряли во время отбора проб. Микробиологические посе- вы и анализы отдельных компонентов осуществляли в лабораторных условиях. Количественный учет жиз-

неспособных клеток проводили методом предельных десятикратных разведений.

Определение железоокислительной способности Fe^{2+} и Fe^{3+} в среде. Способность бактерий окислять Fe^{2+} определяли по изменению в среде количества Fe^{2+} и Fe^{3+} . Количество Fe^{2+} и Fe^{3+} определяли комплексонометрическим методом [3, 4], с использованием в качестве титранта ЭДТА (этилендиаминтетрауксусной кислоты динатриевая соль). Метод основан на реакции образования комплексных соединений ионов металлов с органическими соединениями.

Методы выделения, учета и изучения микроорганизмов. В колбы Эрленмейра на 100 мл вносили 30 мл стерильной среды Сильвермана и Лундгрена 9К следующего состава (г/л): $(NH_4)_2SO_4 - 2,0$; $K_2HPO_4 - 1,0$; $MgSO_4 - 0,5$; $NaCl - 0,2$; $FeSO_4 \cdot 7H_2O - 5,0$; pH среды доводили до 2,0 с H_2SO_4 . О развитии бактерий *A.ferrooxidans* судили по появлению бурой окраски среды, вызванной образованием трехвалентного железа в бактериальном растворе.

В работе для определения анаэробного сульфатредуцирующего микроорганизма использовались метод Постгейта и Кембелла. Сульфатвосстанавливающие бактерии культивировали в пробирках, которые доверху заполняли средой Старки следующего состава (г/л): водопроводная вода – 650 мл; пептон – 2,0; дрожжевой экстракт 2,0; $K_2HPO_4 - 0,3$; $MgSO_4 - 0,3$; $(NH_4)_2SO_4 - 1,0$; $Fe(NH_4)_2SO_4 - 0,15$; $Na_2S_3 - 0,6$; лактат кальция – 3,0; аскорбиновая кислота – 0,15. Для денитрифицирующих микробов

использовали среду Гильея следующего состава: лимоннокислые натрий – 2 г, $KNO_3 - 1$ г, $KH_2PO_4 - 1$ г, $K_2HPO_4 - 1$ г, $MgSO_4 - 1,0$ г, $CaCl_2 - 0,2$ г. Fe^{2+} -следы, дистиллированная вода – 1,0 л; pH 7,6 и закрывали стерильными резиновыми пробками так, чтобы под пробкой не оставалось пузырьков воздуха [5].

pH и окислительно-восстановительный потенциал среды измеряли на pH-метре ЭВ-74.

Результаты исследований и их обсуждение

Микробоценозы уранового месторождения «Уванас». Температура раствора на момент отбора проб из исследуемых точек колебалась от +18 до +19°C, pH растворов составляли 1,95–2,05, ОВП колебался незначительно от +433 до +436. Содержание серной кислоты составляло 1,17–2,05 мг/л, общее содержание железа в ВР 690 мг/л, в ПР 790 мг/л. Содержание урана в ПР достигает до 45,0 мг/л, тогда как в ВР доходит до 2,0 мг/л. Количество сульфатных форм в ПР доходит до 9920 мг/л, SO_4^{2-} -мг/л и 640 нитратных NO_3^- , мг/л. В ВР содержание сульфатов составляет всего 870 SO_4^{2-} мг/л, тогда как количество нитратов достигает до NO_3^- 10840 мг/л (табл. 1).

Таблица 1

Результаты физико-химического и микробиологического обследования технологических растворов ПВ-17 месторождения «Уванас»

Место отбора	Т, °С	pH	ОВП, мВ	H_2SO_4 , мг/л	Железо, мг/л			U, мг/л	SO_4^{2-} , мг/л	NO_3^- , мг/л	Количество кл. в 1 мл			
					Fe^{3+}	Fe^{2+}	$Fe_{общ}$				<i>T.ferrooxidans</i>	<i>T.thiooxidans</i>	Сульфатредуцирующие	Денитрифицирующие
ПР	18	2,05	433	1,17	230	560	790	45,0	9920	640	10^2	10	0	0
ВР	19	1,95	436	2,05	170	520	690	2,0	870	10840	10^3	10^2	0	0

Тионовые бактерии являются хемоавтотрофами, т.е. единственный источник энергии для их жизнедеятельности – процессы окисления закисного железа, сульфидов различных металлов и элементарной серы [6, 7]. Бактериальное выщелачивание металлов – это способность ряда ацидофильных микроорганизмов, окисляющих железо и серу, переводить сульфиды и элементарную серу в водорастворимые сульфаты металлов. Данные о развитии тионовых бактерий, среди которых преобладает культура *A.ferrooxidans*, особенно в выщелачивающем растворе – 10^3 кл/мл, приведены в табл. 1. В выщелачивающем растворе количество *A.thiooxidans* доходит 10^2 кл/мл. В ПР *A.ferrooxidans* встречается 10^2 кл/мл и количество *A.thiooxidans* – 10 кл/мл. Сульфатредуцирующие и денитрифициру-

ющие бактерии не обнаружены, видимо, вследствие кислой pH-среды.

В среде Ваксмана при росте *A.thiooxidans* наблюдалось заметное помутнение среды и снижение pH. Незначительная разница в количестве железоокисляющих бактерий с преобладанием в ВР объясняется тем, что именно здесь начинается увеличение биомассы этих бактерий и осуществляется непосредственная работа по окислению железа.

В табл. 2 и на рис. 1 приводятся результаты бактериального окисления железа в растворах ПР и ВР на участке ПВ-17. Нижеприведенные данные наглядно показывают значительную роль *A.ferrooxidans* в процессе окисления железа.

Был исследован ряд растворов из наблюдательных скважин на отработанных участках месторождения «Уванас» на на-

личие искоемых микроорганизмов. Были приготовлены накопительные культуры *A.ferrooxidans*, культивируемые на среде

9К. Результаты химических и микробиологических анализов показали наличие во всех пробах бактерий *A.ferrooxidans*.

Таблица 2

Физико-химический и микробиологический состав растворов из наблюдательных скважин месторождения «Уванас»

Номера скважин	Fe ³⁺ , г/л	Fe ²⁺ , г/л	pH	ОВП, мВ	U, мг/л	<i>A.ferrooxidans</i> , кл/мл
48	0,12	0,6	2,36	405	0,006	10 ⁶
87	0,06	0,23	2,85	397	0,014	10 ⁵
108	0,02	0,63	3,07	333	0,085	10 ⁷
161	0,05	0,77	2,87	358	0,065	10 ⁴
297	-	-	4,13-	326	0,004	10 ⁵
306	-	-	4,35	312	0,006	10 ³
429	0,27	0,27	2,11	466	0,008	10 ⁶

В технических растворах ПСВ-17 выявлены лишь два вида из четырех исследуемых форм бактерий – *A.ferrooxidans* и *A.thiooxidans*, в связи с тем, что pH-кислотность раствора является высокой.

В следующем варианте опыта нами было изучено влияние различных концентраций U⁶⁺ на окислительную деятельность *A.ferrooxidans*, выделенных из технического раствора Степного РУ (месторождения «Уванас», ПСВ-17, ВР).

В накопительной культуре с *A.ferrooxidans* наблюдалось интенсив-

ное окисление Fe²⁺ в Fe³⁺ (рис. 1). Через 14 дней встряхивания на качалке, при температуре 30°C, среда приняла интенсивно-красный цвет. Как видно из рис. 1, добавление к среде концентрации урана от 0 до 400 мг/л U⁶⁺ особо не повлияло на скорость окисления железа. На 14 сутки окисленное количество железа составляет всего 4,5 г/л. Таким образом, в данном опыте концентрации от 50 до 400 мг/л урана в испытуемом растворе отрицательно не действует на скорость окисления железа.

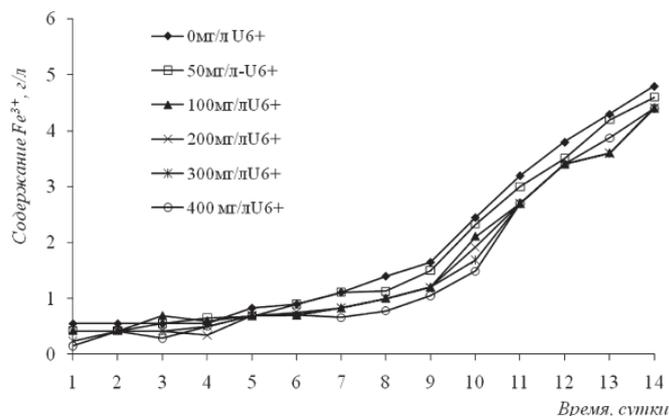


Рис. 1. Влияние различных концентраций U⁶⁺ на окислительную деятельность *A.ferrooxidans*, выделенных из технического раствора Степного РУ (ПСВ-17, ВР) месторождения «Уванас»

Микробиоценозы уранового месторождения «Мынкудук». Участок «Мынкудук Центральный», как и все месторождения «Мынкудук», находятся в северо-западной части Шу-Сарысуйской депрессии и административно входит в Сузакский район Южно-Казахстанской области Республики Казахстан.

Месторождение «Мынкудук» было открыто в 1973 году. По итогам разведки были подсчитаны запасы по категориям С1 + С2, которые составляют: С1 – 42528 т, С2 – 5125 т. Всего по обеим категориям 47623 т.

В целом месторождение «Мынкудук» характеризуется как крупнейший по запасам объект, с благоприятным для отработки способом подземного скважного выщелачивания (ПСВ), геотехнологическими показателями, к которым относятся:

- глубина залегания рудных залежей – 330–360 метров;
 - низкая карбонатность – 0,3%;
 - высокая продуктивность – 5–10 кг/кв.м;
- Проектная мощность ЦППР составляет по переработке ПР 1800 м²/ч и выпуску ХКПУ – 2000 т/год, реализации которой планируется достигнуть в 2012 году (табл. 3).

Таблица 3

Выпуск ХКПУ в тоннах по годам месторождения «Мынкудук»

Год	2008	2009	2010	2011	2012
ХКПУ, т	600	1150	1400	1800	2000

В состав рудника «Центральный» входят отдельно расположенные объекты – площадки полигонов скважин на участках месторождения и площадка сорбционной установки, а также технологические и участковые насосные станции и технологические узлы закисления.

Добыча урана на участке «Западный» месторождения «Мынкудук» ПСВ-19 ведется методом подземного скважинного выщелачивания (ПСВ). Метод ПСВ, усовершенствованный специалистами НАК «Казатомпром», хорошо зарекомендовал себя при разработке других месторождений на территории Казахстана. Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) признает данную технологию как самый

экологически чистый и безопасный способ обработки месторождений. Метод ПСВ не оказывает никакого отрицательного воздействия на окружающую среду, что подтверждено многолетними исследованиями.

В данной работе представлен материал о качественном и количественном составе хемолитоавтотрофных бактерий на установке ПВ урана месторождения «Мынкудук» (ПВ-19). На месторождении «Мынкудук» (ПВ-19) проводили физико-химические и микробиологические обследование проб отобранных из различных точек технологического раствора (ПР и ВР) и различных скважин. Как видно из табл. 4, во всех вариантах отобранных проб растворов наблюдается наличие *A.ferrooxidans*.

Таблица 4

Физико-химические и микробиологические показатели технического раствора ПСВ-19 месторождения «Мынкудук»

Место отбора проб	Fe ³⁺ , г/л	Fe ²⁺ , г/л	H ₂ SO ₄ , г/л	pH	ОВП, мВ	<i>A.ferrooxidans</i> , кл/мл
ПР	0,13	0,69	0,49	2,33	396	10 ⁶
ВР	0,13	0,69	0,39	2,33	404	10 ⁶
68–5б	0,41	0,83	0,94	2,17	428	10 ⁴
68–5	0,27	0,88	0,49	2,13	425	10 ⁵
68–6	1,41	0,83	1,56	1,9	434	10 ⁴
68–7	0,27	1,25	0,68	2,2	369	10 ⁵
68–4б	0,13	1,25	0,24	2,76	364	10 ⁶

Нами были накоплены культуры *A.ferrooxidans*, выделенные из этих растворов на среде 9К Сильвермана и Люндгрена. Для этого в качалочную колбу наливали среду 9К с объемом 200 мл и добавляли 40 мл инокулят культуры *A.ferrooxidans*. Исходные значения pH 2,0. Опыт проводили при температуре 30°C, на качалке при 180 об/мин, в течение четырех суток. В процессе проведения опыта наблюдается увеличение показателя окислительно-восстановительного потенциала (от 369 до 434 мВ) и происходит образование серной кислоты в среде, за счёт этого создается благоприятная реакция среды для развития *A.thiooxidans*. Через четверо суток наблюдаем полное окисление железа исследуемых растворах приблизительно в одно и то же время. Помимо этого, все варианты раствора интенсивно окрашиваются в красный цвет, что указывает на наличие *A.ferrooxidans* в среде (см. табл. 4).

Таким образом, эти параметры определяются микроорганизмами, доминирующими

в процессе. Как правило, это ассоциация аборигенных *A.ferrooxidans*, обладающих высоким регуляторным потенциалом в условиях технологических процессов с перманентным изменением характеристик субстрата. Полученные данные могут быть использованы при разработке стратегий управления бактериально-химическими процессами извлечения урана, выработке практических рекомендаций по их интенсификации.

Для понимания физиологических и биохимических механизмов приспособляемости *Acidithiobacillus ferrooxidans* и их природных популяций к геохимическим условиям среды необходимо определение основных точек приложения химических элементов среды к процессам метаболизма, установление вызываемых ими изменений обменных процессов и биологических реакций. Такие исследования вскрывают экологическую сущность воздействия химических элементов естественной среды обитания на организ-

мы на популяционном и организменном уровнях [8].

Для выяснения динамики окисления железа в течении года нами ежемесячно отби-

рались пробы продуктивных растворов ПВ-19 месторождения «Мынкудук» с исходным содержанием $Fe^{2+} = 7,0$ г/л; $Fe^{3+} = 0,5$ г/л; рН 2,0; температура $20^{\circ}C$ (рис. 2).

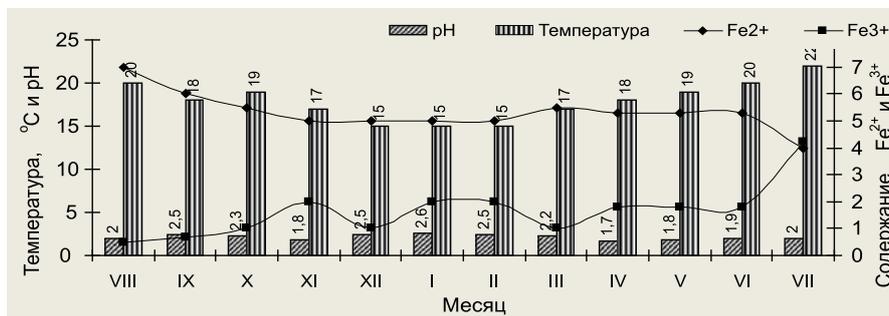


Рис. 2. Динамика температуры, рН, Fe^{2+} и Fe^{3+} в продуктивных растворах ПВ-19 месторождения «Мынкудук»

Исходное содержание двухвалентного железа до ноября месяца находится в пределах 7,0 г/л $Fe(III)$, затем в последующее время идет постепенное снижение до 5,0 г/л $Fe(III)$. Соответственно параллельно наблюдаем в сторону увеличения количество $Fe(II)$ в растворе (2,0 г/л Fe^{3+}). Исходное содержание составляло 0,5 г/л Fe^{3+} , в ноябре месяца увеличивается. За это время кислотность сернокислого раствора сохраняется в интервале между рН 1,8–2,5, температура $T = 15–20^{\circ}C$. Начиная с декабря месяца процесс окисления закисного железа и образование $Fe(III)$ остается без изменения. То есть, содержание железа $Fe(II)$ составляет в пределах 5,0–5,2 г/л, $Fe^{3+} = 2,0$ г/л. Температура продуктивного раствора колеблется $15,0–20,0^{\circ}C$, рН 1,8–1,9. В декабре месяце окисление закисного и восстановление окисного железа полностью завершается. Показатели температуры составляет $22^{\circ}C$ и рН 2,0.

Выводы

Таким образом, в результате микробиологического обследования целого ряда технологических растворов из различных точек урановой провинции было установлено:

– Подтверждается наличие железобактерий *Acidothiobacillus ferrooxidans*, которые встречаются в большинстве отобранных проб и имеют большое значение для применения процесса регенерации раствора окислителя.

– В технических растворах наблюдается присутствие *Acidothiobacillus thiooxidans*, которые принимают активное участие в процессе выщелачивания урана. Как известно, *A.thiooxidans* обладают способностью окислять соединения серы с образованием серной кислоты.

Список литературы

1. Дубинина Г.А. Изучение экологии железобактерий пресных водоемов // Изв. АН СССР. – Сер. биол. – 1976. – № 4. – С. 575–592.

2. Илялетдинов А.Н. Микробиологические превращения металлов. – Алма-Ата: Изд-во Наука, 1984.

3. Канаев А.Т. Интенсификация процесса извлечения урана биотехнологическим способом из бедных руд: монография. – Алматы, 2010. –143 с.

4. Биоготехнология металлов: практическое руководство / под рук. Г.И. Каравайко. – М.: ГКНТ, 1989. –375 с.

5. Каравайко Г.И., Кузнецов С.И., Голомзик А.И. Роль микроорганизмов в выщелачивании металлов из руд. – М., 1972. –248 с.

6. Романенко В.Н., Кузнецов С.Н. Экология микроорганизмов пресных водоемов. – Л., 1974. –194 с.

7. Применение флотационных процессов для создания рациональных технологий переработки комплексных урановых руд / В.В. Шаталов и др. // Уран: ресурсы и производство: тез. второго междунар. симпозиума. – М.: РИС ВИМС, 2008. – С. 127.

8. *Methylocella silvestris* sp. nov., a novel methane-oxidizing bacterium isolated from an acidic forest cambisol / P.F. Dunfield, V.N. Khmelenina, N.E. Suzina, Y.A. Trotsenko, S.N. Dedysh // Int. J. Syst. Evol. Microbiol. – 2003. – № 53. – P. 1231–1239.

References

1. Dubinina G.A. Ecology of Iron Bacteria of Freshwater. *Proceedings of the Academy of Sciences of USSR. Biology*, 1976. no. 4. pp. 575–592

2. Ilyaletdinov A.N. *Microbial Transformation of Metals*. Nauka, Alma-Ata, 1984.

3. Kanayev A.T. *Intensification Process of Uranium Extraction from Poor Ores Using Biotechnological Methods*. Almaty, 2010. 143 p.

4. *Biogotechnology of metals. Under hands*. Karavayko G.I. Practical guidance. M: GKNT, 1989. 375 p.

5. Karavayko G. I., Kuznetsov S. I., Golomzik A.I. A role of microorganisms in a leaching of metals from ores. M., 1972, 248 p.

6. Romanenko B.N., Kuznetsov S.N. *Microbial Ecology of Freshwater*. Leningrad, 1974. 194 p.

7. Shatalov V. V., etc. Application of flotatsionny processes for creation of rational technologies of processing of complex uranium ores. Tez. the second international symposium Uranium: resources and production. M: VIMS RICE, 2008, p. 127.

8. Dunfield P.F., Khmelenina V.N., Suzina N.E., Trotsenko Y.A., Dedysh S.N. *Methylocella silvestris* sp. nov., a novel methane-oxidizing bacterium isolated from an acidic forest cambisol. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, 2003. no. 53, pp. 1231–1239.

Рецензенты:

Курбанова Г.В., д.б.н., профессор кафедры «Прикладная экология», КазНТУ им. К.И. Сатпаева, г. Алматы;

Казова Р.А., д.х.н., профессор кафедры «Прикладная экология», КазНТУ им. К.И. Сатпаева, г. Алматы.

Работа поступила в редакцию 03.09.2012.

УДК [612.82: 616.839] – 053.6

БИОУПРАВЛЕНИЕ ПАРАМЕТРАМИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ РИТМА СЕРДЦА И УРОВЕНЬ СЕРОТОНИНА У МОЛОДЫХ ЛИЦ НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА И АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

^{1,2}Кривоногова Е.В., ^{1,2}Поскотинова Л.В., ^{1,2}Дёмин Д.Б., ¹Ставинская О.А.

¹*ФГБУН Институт физиологии природных адаптаций УрО РАН, Архангельск,
e-mail: elena200280@mail.ru;*

²*Институт медико-биологических исследований САФУ им. М.В. Ломоносова, Архангельск*

Проведен анализ изменений вегетативной регуляции ритма сердца при биоуправлении параметрами ритма сердца и уровня серотонина в сыворотке крови у молодых лиц в возрасте 14–17 лет Ненецкого автономного округа и Архангельской области. У девушек и юношей Ненецкого автономного округа содержание серотонина выше, чем у девушек и юношей Архангельской области. Успешность биоуправления параметрами ритма сердца у девушек и юношей Ненецкого автономного округа сопровождается значительным увеличением барорефлекторной активности, что свидетельствует о роли серотонина в повышении барорефлекторной чувствительности. У молодых лиц Ненецкого автономного округа и Архангельской области при успешном биоуправлении снижается активность надсегментарных отделов вегетативной регуляции ритма сердца.

Ключевые слова: биоуправление параметрами ритма сердца, Север, серотонин, вегетативная нервная система

A BIOFEEDBACK BY HRV-PARAMETRES AND SEROTONIN LEVELS IN YOUNG PEOPLE OF THE NENETS AUTONOMOUS DISTRICT AND ARKHANGELSK AREA

^{1,2}Krivoногоva E.V., ^{1,2}Poskotinova L.V., ^{1,2}Demin D.B., ¹Stavinskaya O.A.

¹*The Institute of Environmental Physiology Ural Branch RAS, Archangelsk,
e-mail: elena200280@mail.ru;*

²*Institute of Bio-Medical Research of Northern Arctic Federal University
named after M.V. Lomonosov, Archangelsk*

The aim was to investigate a heart rate variability (HRV) biofeedback parameters and the serotonin serum level in young people aged 14–17 years – inhabitants of the Nenets Autonomous Okrug and Arkhangelsk region. The girls and boys of the Nenets Autonomous District have higher serotonin serum level than in the girls and the boys of the Arkhangelsk region. The success of HRV-biofeedback in a girls and a boys of the Nenets Autonomous District have was accompanied by a significant increase in baroreflex activity, indicating that the role of serotonin in the increased baroreflex sensitivity. A successful HRV-biofeedback in a young people of the Nenets Autonomous District and Arkhangelsk region was accompanied by reduced subcortical center activity of a sympathetic heart rate regulation.

Keywords: HRV-biofeedback, the North, serotonin, autonomic nervous system

Функциональное биоуправление с использованием биологической обратной связи (БОС) широко применяется для коррекции патологических состояний организма, задержек психического развития, психоэмоциональных расстройств, а также моделирования и активизации собственных защитных механизмов и резервных возможностей организма с помощью интеграции его психических и физиологических функций [1, 6, 7]. При БОС-тренингах происходят адаптационные перестройки, которые затрагивают регуляторные системы организма. Ведущим свойством функциональной системы любого уровня организации является принцип саморегуляции [9]. Суть саморегулирования состоит в направленном на достижение конкретного результата управления органами и процессами их функционирования в организме по принципу обратных связей. Функцию каналов связи могут выполнять рецепторы, нервные клетки, биологические активные вещества и др. Нервная и гуморальная

регуляция функций тесно взаимосвязаны и образуют единую нейрогуморальную регуляцию. Вариабельность сердечного ритма (ВСР) является отражением комплекса различных влияний внешней среды и рассматривается как достаточно объективный маркер приспособительных реакций [3]. Симпато-адреналовая и парасимпатическая система с их гормонами и медиаторами-катехоламинами является одной из нейрогуморальных систем организма, осуществляющей интеграцию деятельности человека в меняющихся условиях существования, в частности, в экстремальных. Серотонинергическая система участвует в регуляции сердечно-сосудистой и пищеварительной систем, регулирует мышечный тонус, чувствительность фоторецепторов и механорецепторов, нарушения в ее функционировании приводят к серьезным патологиям [12]. Таким образом, цель данной работы заключалась в выявлении характера изменений параметров вариабельности ритма сердца при БОС-тренинге в зависимости от

уровня серотонина в сыворотке крови у молодых лиц Ненецкого автономного округа и Архангельской области.

Материалы и методы исследования

Обследовано 30 девушек и 31 юноша Ненецкого автономного округа (НАО) и 56 девушек и 27 юношей Архангельской области (АО). Все обследованные лица в возрасте 14–17 лет были практически здоровые и относились к I и II группе здоровья. Средний возраст у девушек НАО составил $15,2 \pm 1,04$, у девушек АО – $15,9 \pm 0,9$, у юношей НАО – $15,46 \pm 1,1$, у юношей АО – $16,4 \pm 1,6$. Исследования проходили с соблюдением норм биомедицинской этики. Испытуемым предъявляли задание – сеанс адаптивного биоуправления, который проводили по авторской методике Л.В. Поскотиновой и Ю.Н. Семенова (патент № 2317771) [4]. Суть методики в том, чтобы с помощью дыхания активизировать вагусные влияния на ритм сердца. В качестве управляемого параметра variability сердечного ритма (VCP) использовали TP, мс² (total power, суммарная мощность спектра VCP), отражающий вагусные влияния на ритм сердца. В процессе обследуемый так подбирает свое состояние, чтобы повышались значения TP, мс². Рекомендовалось сочетать спокойное дыхание с акцентом на выдох, мышечное расслабление и представление приятных образов.

В сеансе адаптивного биоуправления по параметрам VCP учитывали три этапа. 1 этап: регистрация параметров VCP в покое (5 мин); 2 этап: адаптивное биоуправление параметрами VCP (5 мин); 3 этап: регистрация параметров VCP в покое (5 мин).

Оценка состояния вегетативной нервной системы осуществлялась по показателям VCP, оцениваемых с применением аппаратно-программного комплекса «Варикард» (г. Рязань). Использовали временной и спектральный виды анализа: ЧСС – частота сердечных сокращений, SDNN (standard deviation of the NN interval – суммарный эффект вегетативной регуляции кровообращения), RMSSD (the square root of the mean squared differences of successive NN intervals – тонус парасимпатического отдела), pNN50 (активность парасимпатического звена вегетативной регуляции), индекс напряжения регуляторных систем (SI – stress-index), TP, мс² (суммарная мощность спектра VCP), показатели HF % (мощность в высокочастотном диапазоне 0,4–0,15 Гц, отражает активность парасимпатического отдела вегетативной нервной системы), LF % (мощность в низкочастотном диапазоне 0,15–0,04 Гц, ассоциируется с барорецепторной функцией регуляции артериального давления, которая осуществляется с участием как парасимпатической, так и симпатической вегетативной иннервации), VLF % (мощность в сверхнизкочастотном диапазоне 0,04–0,015, связана с влиянием надсегментарных отделов вегетативной нервной системы, эндокринных или гуморальных факторов на синусовый узел). Критериями эффективности БОС-тренинга являлись стабилизация или снижение индекса напряжения (SI) в сочетании с увеличением суммарной мощности спектра VCP (TP, мс²). Уровень серотонина определяли в сыворотке крови методом иммуноферментного анализа с помощью набора «Serotonin ELISA» (Германия). Нормативные значения уровня серотонина в сыворотке крови для девушек составляют 80–450 нг/мл, для юношей 40–400 нг/мл. Статистиче-

ская обработка материалов проводилась с помощью программ Statistica 5.5. В связи с тем, что подавляющее большинство исследуемых параметров не имеют нормального распределения, в представленной работе они описаны медианой и 25, 75 перцентильями. Достоверность различий между группами определялись с использованием метода Манна-Уитни. Статистическая значимость различий исследуемых величин при биоуправлении к фону определялись с использованием метода Вилкоксона. Различия считали значимыми при уровне $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ уровня серотонина в сыворотке крови у молодых лиц Ненецкого автономного округа и Архангельской области выявил более высокие концентрации серотонина у девушек и юношей НАО. Так, содержание серотонина в крови у юношей НАО составил 339,8 (295,1; 382,5) нг/мл, а у юношей АО – 91,3 (80,1; 98,3) нг/мл. Концентрация серотонина у девушек НАО составляет 365,8 (287,3; 455,5) нг/мл, у девушек АО – 99,4 (80,6; 210,2) нг/мл. Аналогичная картина была обнаружена и у взрослого населения: у жителей Ненецкого автономного округа уровень серотонина значимо выше, чем у жителей, проживающих в Архангельской области [8].

Сравнительный анализ исходных значений параметров variability ритма сердца у девушек НАО и АО не выявил достоверных различий (табл. 1). В процессе биоуправления частота сердечных сокращений практически не меняется, повышается общий тонус вегетативной нервной системы (SDNN), тонус парасимпатического отдела (RMSSD, pNN50), общая суммарная мощность спектра TP, мощность низкочастотного (LF%) компонента спектра VCP, снижаются мощности сверхнизкочастотного (VLF%) и высокочастотного (HF%) компонентов спектра VCP, индекс напряжения SI у девушек независимо от места проживания (табл. 1). После прекращения БОС-тренинга значения параметров VCP возвращаются к исходным значениям. Корреляционный анализ показал, что уровень серотонина положительно коррелирует с мощностью низкочастотного (LF%) компонента спектра VCP ($r = 0,36$, $p = 0,001$). По данным спектрального анализа VCP у девушек НАО при биоуправлении выявлены существенно более высокие значения показателя низкочастотного компонента спектра VCP по сравнению с девушками АО.

При сравнении фоновых значений variability ритма сердца в покое у юношей НАО и АО также не выявлено достоверных различий (табл. 2). Во время сеанса биоуп-

правления отмечается повышение RMSSD, pNN50, SDNN, спектральных характеристик ритма сердца LF%, TP и снижение индекса напряжения (SI). У юношей НАО, как и у девушек НАО, наблюдается более значительное повышение мощности низкочастотного компонента (LF%) при БОС-тренинге.

У юношей выявлена отрицательная корреляционная связь уровня серотонина с мощностью сверхнизкочастотного компонента (VLF%) спектра ВСП ($r = -0,28, p = 0,03$). У юношей НАО при БОС-тренинге наблюдается более значимое снижение VLF% по сравнению с юношами АО.

Таблица 1

Параметры variability сердечного ритма у девушек Ненецкого автономного округа и Архангельской области (Me (25;75))

Показатели	Ненецкий автономный округ			Архангельская область		
	Фон	БОС-тренинг	После БОС-тренинга	Фон	БОС-тренинг	После БОС-тренинга
ЧСС, мс	83,3 (80,7; 86,5)	81,9 (77,8;88,4)	84,8 (79,2;88,3)	80,1 (73,1;88,1)	79,5 (74,6;87,4)	81,3 (73,4;88,8)
RMSSD, мс	37,4 (27,7;44,4)	43,8 (34,9;54,1) p1,2 = 0,0001	36,1 (27,7;44,3)	37,8 (29,1;50,2)	46,59 (35,9;60,4) p4,5 = 0,0001	35,7 (24,3;49,6)
pNN50	19,1 (8,7;31,05)	27,1 (16,8;33,1) p1,2 = 0,01	19,8 (9,9;31,6)	17,5 (7,0;36,9)	25,4 (14,6;41,6) p4,5 = 0,02	16,7 (4,5;31,3)
SDNN, мс	45,8 (36,2;55,3)	70,1 (57,4;88,1) p1,2 = 0,0001	50,6(43,4;59,1)	48,4 (36,7;62,2)	74,0 (59,9;87,3) p4,5 = 0,0001	46,8 (35,1;60,5)
TP, мс ²	2049,5 (1296,6;2626,7)	4455,5 (3221,3;6405,7) p1,2 = 0,0001	2375 (1887,9;3229,9)	2231,8 (1434,5;3360,4)	4351,5 (3184,0;5481,7) p4,5 = 0,0001	2280,1 (1221,9;3456,9)
SI	122,6 (93,4;233,7)	62,8 (47,2;96,8) p1,2 = 0,0001	110,3 (90,8;157,2)	116,1 (70,2;207,9)	63,1 (39,5;92,7) p4,5 = 0,0001	132,3 (66,3;231,3)
HF%	49,7 (38,7;54,8)	17,8 (12,9;23,4) p1,2 = 0,0001	41,4 (27,7;48,9)	44,2 (34,6;55,4)	35,8 (17,7;57,7) p4,5 = 0,0001	41,2 (31,4;49,1)
LF%	32,7 (28,7;39,5)	71,5 (60,7;82,2), p1,2 = 0,0001, p2,5 = 0,03	43,6 (33,0;52,2)	36,5 (27,5;43,9)	53,4 (33,5;74,2) p4,5 = 0,0001	39,4 (33,4;47,1)
VLF%	16,7 (11,3;22,1)	6,2 (3,9;11,5), p1,2 = 0,0001	13,7 (9,5;21,6)	16,5 (11,8;22,1)	8,8 (5,6;12,8) p4,5 = 0,0001	17,4 (10,7;22,1)

Таблица 2

Параметры variability сердечного ритма у юношей Ненецкого автономного округа и Архангельской области (Me(25;75))

Показатели	Ненецкий автономный округ			Архангельская область		
	Фон	БОС-тренинг	После БОС-тренинга	Фон	БОС-тренинг	После БОС-тренинга
ЧСС, мс	79,6 (70,4;87,8)	78,2 (72,3; 83,9)	80,1 (72,8;87,6)	78,2 (72,2;85,5)	80,1 (74,9;85,6)	80,1(73,8;85,8)
RMSSD, мс	32,2 (21,7;56,5)	40,3 (32,4;56,8) p1,2 = 0,003	29,8 (21,3;53,5)	36,9 (31,1;49,8)	45,1 (34,5;52,5) p4,5 = 0,006	35,1 (26,1;42,6)
pNN50	13,9 (4,2;47,6)	20,5 (9,4;37,5)	11,3 (4,1;40,4)	20,7 (12,3;30,4)	25,6 (13,3;34,6), p4,5 = 0,03	15,9 (6,6;26,6)
SDNN, мс	44,2 (34,9;64,9)	76,8 (61,07;96,6) p1,2 = 0,0001	45,5 (34,3;66,1)	44,8 (36,4;63,1)	70,1 (57,1;100,6) p4,5 = 0,001	49,2 (36,4;57,2)
TP, мс ²	1798,5 (1088,9;3468,1)	5093,7 (3472,6;7891,9) p1,2 = 0,0001	2029,7 (1266,5;3896,2)	1841,7 (1233,1;2706,6)	4174,1 (2923,8;5713,5) p4,5 = 0,0001	2259,2 (1268,1;3331,9)
SI	145,0 (67,4;238,0)	62,2 (27,1;89,6) p1,2 = 0,0001	140,1 (54,2;250,5)	118,9 (69,6;193,6)	70,1 (33,6;94,4) p4,5 = 0,0001	134,8 (69,9;191,1)
HF%	44,7 (21,7;57,9)	12,5 (6,9;22,2) p1,2 = 0,0001	28,5 (18,4;48,3)	46,3 (29,7;51,9)	20,8 (15,7;35,8) p4,5 = 0,003	31,9 (21,2;42,5)
LF%	36,5 (28,9;54,1)	78,6 (57,5;85,8) p1,2 = 0,0001	52,9 (35,1;62,5)	39,7 (33,9;52,1)	64,2 (54,3;72,1) p4,5 = 0,0001	50,6 (39,8;55,8)
VLF%	14,9 (10,1;20,5)	7,32 (3,89;9,86) p1,2 = 0,0001, p2,5 = 0,01	16,1 (11,3;23,5)	13,5 (10,2;17,2)	10,3 (6,2;15,9) p4,5 = 0,04	16,2 (12,1;19,4)

Повышение мощности низкочастотного (LF%) компонента ВСР связывают также и с замедлением частоты дыхания во время биологической обратной связи [14]. Рост LF% указывает также на активное включение вазомоторного центра в процессе регулирования сосудистого тонуса. Система регуляции сосудистого тонуса включает в себя чувствительность рецепторов растяжения в стенках аорты и сонных артерий, активность вазомоторного центра, модулирование активности синоатриального узла блуждающим нервом, гормоны, нейромедиаторы, биологически активные вещества. Успешность биоуправления параметрами ритма сердца у девушек НАО на фоне более высокого уровня серотонина сопровождается значительным увеличением барорефлекторной активности, что свидетельствует о роли серотонина в повышении барорефлекторной чувствительности. В здоровом организме при нормальных условиях серотонин вызывает сокращение гладкомышечных клеток сосудов за счет активации S₂-серотонинергических рецепторов [13]. Это объясняется, главным образом, в прямой активации гладкой мускулатуры или усилением ответа на другие нейрогуморальные медиаторы. Сосудорасширяющий ответ на серотонин рассматривается в основном на уровне артериол. Он может быть связан с выпуском других эндогенных вазодилаторов, прямой релаксации гладкой мускулатуры сосудов, торможение адренергических нервных импульсов или высвобождения эндотелий-зависимого релаксирующего фактора. При низких концентрациях серотонин усиливает сосудосуживающий ответ на другие вазоактивные вещества.

Таким образом, достижение успешного биоуправления параметрами ритма сердца у молодых лиц, проживающих на разных климато-географических территориях, достигается разными механизмами. При проживании на Севере у жителей эволюционно сложились механизмы функционирования систем к конкретным внешним условиям. На Крайнем Севере организм человека в большей мере подвержен действию космических факторов (гелиогеофизические факторы и метеорологические), чем в средних и низких широтах; здесь также особый режим освещенности и более низкие температуры [11]. Под влиянием солнечного света в дневное время в эпифизе вырабатывается серотонин и подавляется синтез эндогенного мелатонина из серотонина [5]. Выявлена четкая взаимосвязь электрической активности сердца и мозга с уровнем геомагнитной активности в высоких широтах [2, 10]. В регуляции ритма сердца

участвуют все «этажи» нейрогуморального управления физиологическими функциями – от подкорковых центров продолговатого мозга до гипоталамо-гипофизарного уровня вегетативной регуляции и коры головного мозга. Таким образом, при проведении БОС-тренинга с целью повышения вагусной активности на ритм сердца необходимо учитывать особенности нейрогуморального соотношения, реактивности регуляторных систем в разных климато-географических условиях проживания человека.

Выводы

1. У девушек и юношей Ненецкого автономного округа содержание серотонина в сыворотке крови выше, чем у девушек и юношей Архангельской области.

2. У девушек и юношей Ненецкого автономного округа и Архангельской области при успешном биоуправлении снижается активность надсегментарных структур вегетативной регуляции ритма сердца.

3. Успешность биоуправления параметрами ритма сердца у девушек и юношей НАО на фоне более высокого уровня серотонина сопровождается увеличением низкочастотной части спектра ВСР, что свидетельствует о роли серотонина в повышении барорефлекторной чувствительности.

Работа поддержана грантом № 12-У-4-1019 Президиума УрО РАН.

Список литературы

1. Биоуправление: Теория и практика. – Новосибирск: Наука. Сиб.отд-ние. – 1988. – 162 с.
2. Вишневецкий В.В., Рагульская М.В., Файнзилберг Л.С. Влияние солнечной активности на морфологические параметры ЭКГ сердца здорового человека // Журнал радиозлектроники. – 2002. – № 12. – С. 3–12.
3. Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода. – 2-е изд., перераб. и доп. – Иваново: Иван. гос. мед. академия. – 290 с.
4. Способ коррекции вегетативных дисбалансов с помощью комплекса для обработки кардиоинтервалограмм и анализа вариабельности сердечного ритма «Варикард 2.51», работающего под управлением компьютерной программы ISCIM 6.1 (BULD 2.8), с использованием биологической обратной связи: патент 2317771 РФ, МПК А61В5/0452. / Л.В. Поскотинова, Ю.Н. Семенов; Институт физиологии природных адаптаций УрО РАН. № 2006110652/14; Заяв. 03.04.2006; Опубл. 27.02.2008. – Бюлл. № 6.
5. Савченко О.Н., Стрельцова Н.А. Влияние 5,6-окситриптамина и разных световых режимов на гипоталамо-гипофизарно-гонадную систему самок крыс // Физиол. журн. СССР. – 1987. – Т. 73, № 4. – С. 480–482.
6. Сметанкин А.А. Метод биологической обратной связи по дыхательной аритмии сердца – путь к нормализации центральной регуляции дыхательной и сердечно-сосудистой систем // Журн. Биол. обратная связь. – 1999. – № 2. – С. 3–14.
7. Сороко С.И., Трубочев В.В. Нейрофизиологические и психофизиологические основы адаптивного биоуправления – СПб.: Политехника-сервис, 2010. – 607 с.
8. Ставинская О.А. Содержание серотонина в крови у жителей Ненецкого автономного округа и Архангельской

области в сравнении с показателями иммунологической реактивности // Экология человека. – 2010. – № 10. – С. 53–57.

9. Судаков К.В. Системное построение функций человека. – М.: ИНФ им. П.К.Анохина РАН, 1999. – 15 с.

10. Хаснулин В.И. Геофизические факторы и реакции человеческого организма // Гелиогеофизические факторы и здоровье человека. – Новосибирск, Типография НГМУ, 2007. – С. 67–83.

11. Хаснулин В.И., Хаснулина А.В., Волкова Т.В. Здоровье человека на Севере, электромагнитный механизм синхронизации эндогенных и внешних ритмов // Налоги и экономика. – 2005. – № 3(63). – С. 175–177.

12. Eddahibi S., Adnot S. The serotonin pathway in pulmonary hypertension // Arch. Mal. Coeur. Vaiss. – 2006. – Vol. 99. – P. 621–625.

13. Impaired serotonergic regulation of heart rate may underlie reduced baroreflex sensitivity in an animal model of depression / C.M. Hildreth, J.R. Padley, P.M. Pilowsky, A.K. Goodchild // Am J Physiol Heart Circ Physiol. – 2008. – P. 474–80.

14. Lehrer Paul M. Heart Rate Variability Biofeedback Increases Baroreflex Gain and Peak Expiratory Flow/ Paul M. Lehrer, Evgeny Vaschillo, Bronya Vaschillo // Psychosomatic Medicine. – 2003. – P. 796–805.

References

1. Биуправление: Теория и практика. – Новосибирск: Наука. Sib. otd-nie. 1988. 162 p.

2. Vishnevski V.V., Ragul'skaya M.V., Fainzil'berg L.S. Vliyaniye solnechnoi aktivnosti na morfologicheskie parametry EKG serdtsa zdorovogo cheloveka // Zhurnal radioelektroniki. 2002. no 12. pp. 3–12.

3. Mikhailov V.M. Variabel'nost' ritma serdtsa: opyt prakticheskogo primeneniya metoda. izd. vtoroe, pererab. i dop.: Ivanovo: Ivan. gos. med. akademiya. 290 p.

4. Patent 2317771 RF, MPK A61V5/0452. Sposob korrektsii vegetativnykh disbalansov s pomoshch'yu kompleksa dlya obrabotki kardiointervalogramm i analiza variabel'nosti serdechnogo ritma «Varikard 2.51», robotayushchego pod upravleniem komp'yuternoй programmy ISCIM 6.1 (BULD 2.8), s ispol'zovaniem biologicheskoi obratnoi svyazi / L.V. Poskotinova, YU.N. Semenov; Institut fiziologii prirodnykh adaptatsii UrO RAN.- № 2006110652/14; Zayav. 03.04.2006; Opubl. 27.02.2008. Byull. no. 6.

5. Savchenko O.N., Strel'tsova N.A. Vliyaniye 5,6-oksitriptamina i raznykh svetovykh rezhimov na gipotalamo-gipofizarno-gonadnuyu sistemu samok krysa // Fiziol. zhurn. SSSR. 1987. T. 73, no. 4. pp. 480–482.

6. Smetankin A.A. Metod biologicheskoi obratnoi svyazi po dykhatel'noi aritmii serdtsa – put' k normalizatsii tsentral'noi

regulyatsii dykhatel'noi i serdechno-sosudistoi sistem // Zhurn. Biol.obratnaya svyaz. 1999. no. 2. pp. 3–14.

7. Soroko S.I., Trubachev V.V. Nyeirofiziologicheskie i psikhofiziologicheskie osnovy adaptivnogo biupravleniya – SPb.: Politehnika servis, 2010. 607 p.

8. Stavinskaya O.A. Soderzhanie serotoninina v krovi u zhitelyei nenetskogo avtonomnogo okruga i Arkhangel'skoi oblasti v sravnenii s pokazatelyami immunologicheskoi ryeaktivnosti // Ekologiya cheloveka. 2010. no. 10. pp. 53–57.

9. Sudakov K.V. Sistemnoe postroenie funktsii cheloveka / K.V. Sudakov M.: INF im. P.K. Anokhina RAMN, 1999. 15 p.

10. Khasnulin V.I. Gyeofizicheskie faktory i ryeaktcii chelovecheskogo organizma // Geliogyeofizicheskie faktory i zdorov'e cheloveka. Novosibirsk, Tipografiya NGMU, 2007. pp. 67–83.

11. Khasnulin V.I., Khasnulina A.V., Volkova T.V. Zdorov'e cheloveka na Severe, elektromagnitnyi mekhanizm sinkhronizatsii endogennykh i vneshnikh ritmov // Nalogi i ekonomika, 2005. no. 3(63). pp. 175–177.

12. Eddahibi S., Adnot S. The serotonin pathway in pulmonary hypertension // Arch. Mal. Coeur. Vaiss. 2006. Vol. 99. pp. 621–625.

13. Impaired serotonergic regulation of heart rate may underlie reduced baroreflex sensitivity in an animal model of depression/ C.M. Hildreth, J.R. Padley, P.M. Pilowsky, A.K. Goodchild // Am J Physiol Heart Circ Physiol. 2008. pp. 474–80.

14. Lehrer Paul M. Heart Rate Variability Biofeedback Increases Baroreflex Gain and Peak Expiratory Flow / Paul M. Lehrer, Evgeny Vaschillo, Bronya Vaschillo // Psychosomatic Medicine. 2003. pp. 796–805.

Рецензенты:

Бебякова Н.А., д.б.н., профессор, заведующая кафедрой медицинской биологии и генетики Северного государственного медицинского университета, г. Архангельск;

Совершаева С.Л., д.м.н., профессор, заведующая кафедрой нормальной физиологии и восстановительной медицины Северного государственного медицинского университета, г. Архангельск;

Гладилин Г.П., д.м.н., профессор, зав. кафедрой клинической лабораторной диагностики ГБОУ ВПО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздравсоцразвития России, г. Саратов.

Работа поступила в редакцию 06.06.2012.

УДК 612.826.5

О СТРУКТУРНЫХ ОСНОВАХ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ: МОТОРНОЕ ПРЕДПОЧТЕНИЕ У КРЫС С РАЗНЫМИ ВИДАМИ ЭПИЛЕПСИИ

Плетнева Е.В., Иоффе М.Е., Куликов М.А.

Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, e-mail: labdo@mail.ru

Результаты исследования показывают, что наличие генетической эпилепсии существенно влияет на предпочтение правой или левой конечности в процессе обучения пищедобывательному навыку у крыс. При этом такое влияние зависит от характера эпилепсии: при судорожной эпилепсии, вызываемой звуковыми стимулами, преобладает предпочтение правой конечности, т.е. доминирует активность левого полушария. В то же время при absence-эпилепсии преобладает предпочтение левой конечности, т.е. активность правого полушария. Среди крыс с судорожной эпилепсией преимущественно стволового происхождения (главным образом, крыс линии Wistar) доминируют «правши», тогда как в группе крыс линии WAG/Rij с «неконвульсивной» («absence») эпилепсией кортико-таламического генеза преобладают «левши». Предполагается, что межполушарная асимметрия при эпилепсии связана с соответствующей патологией: доминирование левого полушария («правшество») – с наличием судорожной патологии стволового генеза, а доминирование правого полушария («левшество») – с таламо-кортикальной патологией.

Ключевые слова: эпилепсия, моторная асимметрия

ON THE STRUCTURAL BASIS OF MOTOR ASYMMETRY: HAND PREFERENCE IN DIFFERENT KINDS OF EPILEPSY IN RATS

Pletneva E.V., Ioffe M.E., Kulikov M.A.

*Institute of Higher Nervous Activity & Neurophysiology, Russian Academy of Sciences,
Moscow, e-mail: labdo@mail.ru*

Hand preference has been studied in food-procuring forearm movement in rats with different kinds of epilepsy. It was obtained that genetic epilepsy has an influence on the motor preference. The influence depends on the kind of epilepsy. Wistar rats with generalized convulsive seizures have been found mainly right-handed whereas majority of WAG/Rij rats with non-convulsive absence epilepsy prefer to use the left hand. It is known that the convulsive epilepsy usually has a brainstem source while the absence epilepsy is generated mainly by thalamic-cortical structures. Therefore, it was suggested that the right handedness (domination of the left hemisphere) in epileptic rats is mainly connected with a brainstem pathology while the left handedness (domination of the right hemisphere) with the thalamo-cortical ones. This suggestion has been compared with clinical data on the difference of some pathological state in left- and right-handed patients.

Keywords: epilepsy, motor asymmetry

Асимметрия при выполнении манипуляционных движений у животных стала систематически исследоваться в 30-е годы XX века, когда были получены основные результаты о характере предпочтения конечности у крыс и обезьян и показано, что,

1) в отличие от человека, число «правшей» и «левшей» у животных примерно одинаково;

2) индивидуальное предпочтение при выполнении определенной двигательной задачи довольно стойко и не меняется в течение длительного времени [17].

В дальнейшем эта проблема исследовалась довольно интенсивно [1, 14, и др.]

Однако, хотя обнаружена корреляция знака предпочтения с рядом морфологических, функциональных и нейрохимических признаков [12, 15], до настоящего времени не ясны структурные основы моторной асимметрии, т.е. роль разных структур мозга в возникновении предпочтения одной конечности. Показано [17], что повреждение моторной коры контралатерально предпочитаемой конечности приводит к смене предпочтения, однако после двусторонне-

го повреждения моторной коры исходное предпочтение сохраняется. В то же время известно, что изменение двигательной активности при разных видах эпилепсии связано с изменением активности разных (стволовых или таламо-кортикальных) областей мозга [2, 16, и др.]. Возникло предположение, что животные с разными видами эпилепсии могут иметь разный знак моторного предпочтения, что позволяло бы судить о структурных основах предпочтения. Исследование этого вопроса является целью настоящей работы.

Материал и методы исследования

Работа выполнена на крысах линии Wistar (100 животных), часть которых (71 животное) реагировала эпилептическими судорогами на звуковую стимуляцию (звон металлических ключей) интенсивностью 50–60 дБ («аудиогенные» животные [8]), а другая группа (29 крыс) не давала такой реакции и служила контролем, и эпилептогенных крысах линии WAG/Rij (58 животных), часть которых (32 крысы) при регистрации ЭЭГ проявляла спонтанное возникновение пик-волновых разрядов (группа «неконвульсивных» или absence-эпилептических животных), а другая часть (26 крыс) характеризовалась то-

нико-клоническими припадками в ответ на звуковую стимуляцию. Выполнение работы одобрено комитетом по этике ИВНД и НФ РАН.

Предпочтение передней конечности определяли следующим образом: у всех животных после 48-часовой пищевой депривации вырабатывали специализированную двигательную реакцию [17]: крыса должна была достать пищевой шарик из горизонтальной трубки диаметром 13 миллиметров, расположенной на высоте 5 см от пола.

По результатам первых 10 взятий пищи определяли исходное моторное предпочтение конечности. Вычисляли коэффициент асимметрии (Кас) по формуле

$$\text{Кас} = \frac{\text{П} - \text{Л}}{\text{П} + \text{Л}},$$

где П – число взятий правой лапой, а Л – число взятий левой лапой. В соответствии с величиной Кас животных делили на «правшей» ($1 \geq \text{Кас} > 0,4$), «левой» ($-0,4 > \text{Кас} \geq -1$) и «амбидекстров» ($0,4 \geq \text{Кас} \geq -0,4$). В дальнейшем обучение продолжали до 100 взятий пищи и определяли модификацию исходного предпочтения под влиянием обучения.

Степень судорожного припадка оценивалась по пятибалльной шкале Крушинского–Молодкиной [7].

Статистическая обработка данных производилась с применением теста Стьюдента с нормализующим преобразованием ϕ Фишера и непараметрического рангового дисперсионного анализа Краскалла–Уэллеса.

Результаты исследования и их обсуждение

Таблица демонстрирует распределение животных по уровню предпочтения правой или левой конечности в исследованных группах крыс после каждых 10 последовательных взятий пищи. Из таблицы можно видеть, что крысы Wistar контроль-

ной группы, не проявлявшие никакой эпилептической реакции, практически поровну делятся на «правшей» и «левой» с небольшим числом «амбидекстров», уменьшающимся в процессе тренировки, а в группе «аудиогенных» животных линии Wistar, реагирующих судорогами на звуковую стимуляцию, процент правшей существенно выше, чем левшей. Та же тенденция проявляется у крыс линии WAG/Rij с аудиогенной эпилепсией, тогда как у крыс WAG/Rij absence, напротив, увеличен процент «левой». Это подтверждается расчетами значимости преобладания «правшей» по критерию Стьюдента с нормализующим преобразованием ϕ Фишера (рисунок): после исключения из выборки крыс –«истинных амбидекстров» (по 5 взятий каждой лапой) выявилось, что в группе Wistar «аудиогенные» крысы делают выбор значимо чаще правой лапой во всех отмеченных точках графика (все $p < 0,05$), в группе «Wistar контроль» при всех взятиях различия между % встречаемости крыс с правым и левым предпочтением статистически незначимы, в группе WAG/Rij «аудиогенные» встречаемость «правшей» значимо превышает 50% лишь при числе проб 10 и 30 ($p = 0,037$), при 20 пробах можно говорить о наличии тенденции к превышению ($p = 0,055$), а в дальнейшем различия становятся статистически незначимыми (вероятно, за счет уменьшения объема выборки). Наконец, в группе «WAG/Rij absence» для всех точек графика число «правшей» значимо меньше 50%.

Моторная асимметрия у крыс с различными формами эпилепсии

Число проб	Wistar аудиогенные						Wistar контроль						WAG/Rij аудиогенные						WAG/Rij absence					
	L		0		R		L		0		R		L		0		R		L		0		R	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
10	23	32,4	3	4,2	45	63,4	13	44,8	2	6,9	14	48,3	8	30,8	–	–	18	69,2	21	65,6	–	–	11	34,4
20	28	39,4	1	1,4	42	59,2	11	37,9	1	3,4	17	58,6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
30	27	38,0	2	2,8	42	59,2	12	41,4	2	6,9	15	51,7	8	30,8	1	3,8	17	35,4	22	68,8	–	–	10	31,2
40	29	40,8	1	1,4	41	57,7	13	44,8	2	6,9	14	48,3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
50	26	36,6	2	2,8	43	60,6	13	44,8	2	6,9	14	48,3	8	30,8	–	–	18	69,2	22	68,8	–	–	10	31,2
60	27	38,0	3	4,2	41	57,7	13	44,8	–	–	16	55,2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
70	27	38,0	1	1,4	43	60,6	13	44,8	–	–	16	55,2	6	37,5	1	1,6	9	56,3	14	77,8	–	–	4	22,2
80	26	36,6	2	2,8	43	60,6	12	41,4	2	6,9	15	51,7	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
90	28	39,4	1	1,4	42	59,1	12	41,4	–	–	17	58,6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
100	27	38,0	1	4,2	41	57,7	12	41,4	1	3,4	16	55,2	6	37,5	–	–	10	62,5	14	77,8	–	–	4	22,2
150													2	25,0	–	–	6	75,0	11	78,6	–	–	3	21,4

Примечание. L – число (N) и процент (%) «левой», R – то же, «правшей», 0 – «амбидекстров».

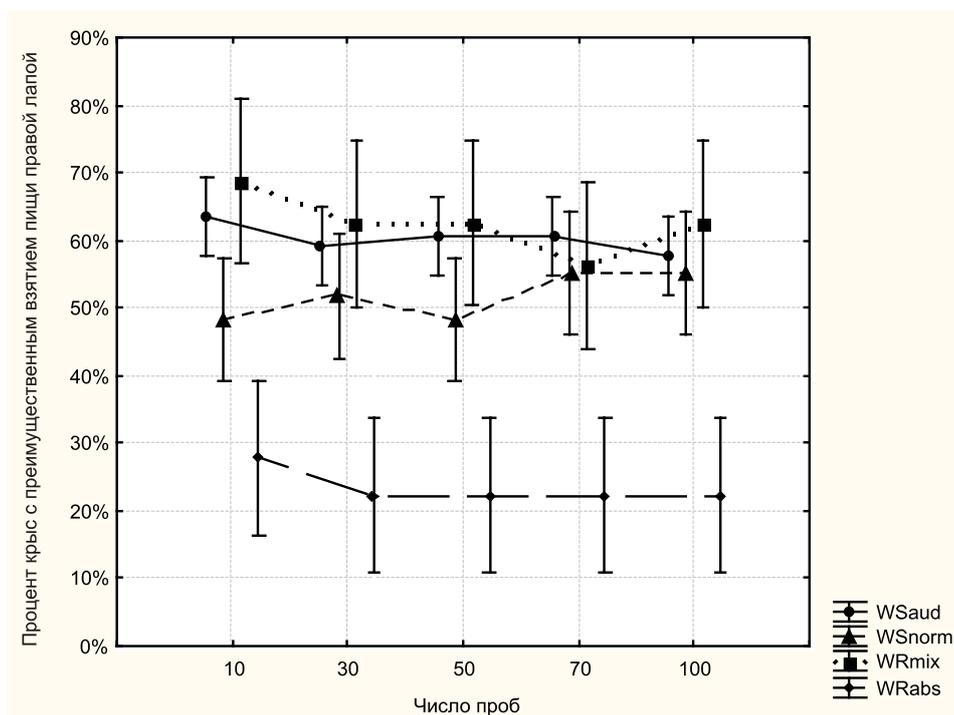
Таким образом, среди крыс с судорожной эпилепсией (главным образом крыс линии Wistar) доминируют «правши», тогда как в группе «неконвульсивных» («absence») крыс WAG/Rij преобладают «левши».

Таким образом, наличие генетической эпилепсии существенно влияет на предпочтение конечности в пищедобывательной двигательной реакции у крыс. При этом такое влияние зависит от характера эпилепсии.

лепсии: при судорожной эпилепсии, вызываемой звуковыми стимулами, преобладает предпочтение правой конечности, т.е. доминирует активность левого полушария. В то же время, при absence-эпилепсии преобладает предпочтение левой конечности, т.е. активность правого полушария.

Как известно [2, 10, 11, 13, 16 и др.], разные виды эпилепсии связаны с активностью разных структур мозга. В то время как судорожная эпилепсия у крыс разных линий имеет преимущественно стволовое происхождение, начиная с нижнего двуххолмия, absence-эпилепсия у крыс линии

WAG/Rij характеризуется возникновением пик-волновой активности таламо-кортикального происхождения с фокусом в первичной соматосенсорной коре и вовлечением вентробазального и ретикулярного ядер таламуса. Результаты настоящей работы позволяют предполагать, что межполушарная асимметрия при эпилепсии связана с соответствующей патологией: доминирование левого полушария («правшество») – с наличием судорожной патологии стволового генеза, а доминирование правого полушария («левшество») – с таламо-кортикальной патологией.



Процент животных с предпочтением правой конечности в исследованных группах крыс: WSaud – Wistar audio, WSnorm – Wistar контроль, WRmix – WAG/Rij audio, WR abs – WAG/Rij absence. По вертикали отложены ошибки средних

Высказанное предположение находит подтверждение в ряде клинических работ, посвященных анализу патологических состояний у левшей и правшей и результатов поражений левого или правого полушария [3, 4, 5], а также частоты моторного предпочтения при разных видах эпилепсии у человека [6, 9]. В частности, эпилептические припадки после травмы мозга более вероятны у левшей [5]. Можно предполагать, что в последнем случае травма может провоцировать проявление таламо-кортикальной эпилепсии, связанной с «левшеством», которая носит судорожный характер, в отличие от absence-эпилепсии у крыс.

Работа поддержана грантами РФФИ № 11-04-00132а и РГНФ № 11-06-00306.

Список литературы

1. Бианки В.Л. Асимметрия мозга животных. – Л.: Наука, 1985 – 295 с.
2. Виноградова Л.В. Аудиогенный киндлинг у крыс WAG/Rij: изменение поведенческих и электрофизиологических реакций на повторное предъявление короткой звуковой стимуляции // Журн. высш. нервн. деят. – 2004. – Т. 54, № 5. – С. 638–647.
3. Гриненко О.А., Зайцев О.С. Клинико-психопатологический анализ пароксизмальных проявлений посттравматической эпилепсии // Соц. и клин. психиатрия. – 2012. – Т. 22, № 1. – С. 20–27.
4. Доброхотова Т.А. Нейропсихиатрия. – М.: Бином, 2006. – 304 с.
5. Нейропсихиатрические особенности травматического поражения мозга левшей / О.С. Зайцев, О.А. Гриненко, Г.Г. Шагинян, С.В. Ураков, А.А. Потапов / Повышение эффективности лечебно-реабилитационной помощи психически больным: Всеросс. конф. / под ред. З.И. Кекелидзе и В.Н. Краснова. – СПб.: Айсинг, 2011. – С. 190.

6. Клименко Л.Л. Многоуровневая организация функциональной межполушарной асимметрии: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – М., 2004. – 48 с.

7. Крушинский Л.В. Формирование поведения животных в норме и патологии. – М.: Изд-во МГУ, 1960. – 265 с.

8. Кузнецова Г.Д. Аудиогенные судороги у крыс различных генетических линий // Журн. высш. нервн. деят. – 1998. – Т. 48. – С. 143–152.

9. Лысикова Т.А. Клинико-физиологическая оценка функциональной асимметрии пациентов с парциальной эпилепсией: дис. ... канд. мед. наук. – М., 2007. – 144 с.

10. Кортико-таламическая теория генерализованных пик-волновых разрядов / Х.К.М. Меерен, Е.Л.Дж.М. Ван Луителлаар, Ф.Х. Лопес да Сильва, Р.К. Бердяев, Н.Е. Чепурнова, С.А. Чепурнов, А.М.Л. Кунен // Успехи физиол. наук. – 2004. – т. 33. № 1. – С. 3–19.

11. Мусина А.М. Характеристика пик-волновых разрядов второго типа, регистрируемых при абсансной эпилепсии // Фундаментальные исследования. – 2011. – Ч. 2, № 11. – С. 337–340.

12. Наливаева Н.Н., Плеснева С.А., Чекулаева У.Б., Васильева Ю.В., Варлинская Е.И., Клементьев Б.И. Некоторые биохимические особенности сенсомоторной коры крыс правой, левой и амбидекстров // Журн. эволюц. физиол. биох. – 1996. – Т. 32. № 1. – С. 75.

13. Browning R.A. Anatomy of generalized convulsive seizures / In: Idiopathic Generalized Epilepsies: Clinical, Experimental and Genetic Aspects. Eds. Malafosse A., Genten P., Hirsch E., Marescaux C, Broglin D., Bernasconi R.L. – Libbey, 1994. – P. 399–413.

14. Collins R.L. On the inheritance of handedness. I. Laterality in inbred mice // J. Hered. – 1968. – Vol. 59. № 1 – P. 9.

15. Lipp H.P., Collins R.L., Hausheer-Zarmakupi Z., Leisinger-Trigona M.C., Crusio W.E., Nosten-Bertrand M., Signore P., Schwegler H., Wolfer D.P. Paw preference and intra-/ infrapyramidal mossy fibers in the hippocampus of the mouse // Behav. Genet. – 1996. – Vol. 26. № 4. – P. 379.

16. Midzyanovskaya I.S. Absence and mixed forms of epilepsy in WAG/Rij rats: characteristics and brain aminergic modulation. – Thes. – Univ. Nijmegen. – 2006. – 229 p.

17. Peterson G.M. Mechanisms of handedness in the rat // Comp. Psychol. Monogr. – 1934. – Vol. 9. – P. 1.

References

1. Bianki V.L. Asimetriya mozga zhivotnykh [Asymmetry of the animal brain]. L., Nauka, 1985, 295 p.

2. Vinogradova L.W. Zhurnal vysshey nervnoi deyatel'nosti, 2004. no 5, pp. 638–647.

3. Grinenko O.A., Zaitsev O.S. Sotsial'naya i klinicheskaya psykhiatriya, 2012, no 1, pp. 20–27.

4. Dobrokhotova T.A. Neiropsikhiatriya [Neuropsychiatry]. M., Binom, 2006. 304 p.

5. Zaitsev O.S., Grinenko O.A., Shaginyan G.G., Urakov S.V., Potapov A.A. Vserossi'skaya Konferentsiya Povyshenie effektivnosti lechebno-reabilitatsionnoi pomoschi psykicheskii

bol'nykh [All-Russian conference Increasing efficiency of the treatment and rehabilitation of mentally ill people]. Ed. by Z.I. Kekelidze and V.N.Krasnov. SPb, Ising, 2011. p. 190.

6. Klimenko L.L. Mnogourovnevaya organizatsiya funktsional'noi meshpolusharnoi asimmetrii. [Multilevel organization of the functional hemispheric asymmetry]. Thes. M., 2004. 48 p.

7. Krushinsky L.V. Formirovanie povedenia zhivotnykh v norme i patologii [Forming animal behavior in norm and pathology]. M. MGU, 1960. 265 p.

8. Kuznetsova G.D. Zhurnal vysshey nervnoi deyatel'nosti, 1998. Vol. 48. pp. 143–152.

9. Lysikova T.A. Klinikofiziologicheskaya otsenka funktsional'noi asimmetrii patsientov s partial'noi epilepsiei [Clinicophysiological estimation of the functional asymmetry in patients with partial epilepsy]. Thes. M., 2007. 144 p.

10. Meeren H.K.M., VanLuitellaar E.L.J.M., Lopes da Silva F.X. Berdyayev R.K., Chepurnova N.E., Chepurnov S.A., Coenen A.M.L., Uspehi fiziologicheskikh nauk [Progress in physiological sciences]. 2004. Vol. 33, no 1. pp. 3–19.

11. Musina A.M. Fundamental'nye issledovaniya [Fundamental research]. 2011. pt. 2, no. 11. pp. 337–340.

12. Nalivaeva N.N., Plesneva S.A., Chekulaeva U.B., Vasil'eva Yu.V., Varlinskaya E.I., Klement'ev B.I. Zhurnal evolyutsionnoi fiziologii i biohimii [Journal of evolutionary physiology and biochemistry]. 1996. Vol. 32, no. 1. p. 75.

13. Browning R.A. Anatomy of generalized convulsive seizures / In: Idiopathic Generalized Epilepsies: Clinical, Experimental and Genetic Aspects. Eds. Malafosse A., Genten P., Hirsch E., Marescaux C, Broglin D., Bernasconi R.L. Libbey, 1994. pp. 399–413.

14. Collins R.L. On the inheritance of handedness. I. Laterality in inbred mice // J. Hered. – 1968. Vol. 59. no. 1 pp. 9.

15. Lipp H.P., Collins R.L., Hausheer-Zarmakupi Z., Leisinger-Trigona M.C., Crusio W.E., Nosten-Bertrand M., Signore P., Schwegler H., Wolfer D.P. Paw preference and intra-/ infrapyramidal mossy fibers in the hippocampus of the mouse // Behav. Genet. 1996. Vol. 26. no. 4. pp. 379.

16. Midzyanovskaya I.S. Absence and mixed forms of epilepsy in WAG/Rij rats: characteristics and brain aminergic modulation. – Thes. – Univ. Nijmegen. 2006. 229 p.

17. Peterson G.M. Mechanisms of handedness in the rat // Comp. Psychol. Monogr. 1934. Vol. 9. pp. 1.

Рецензенты:

Раевский В.В., д.б.н., профессор, зав. лаб. нейроонтогенеза Института высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, г. Москва;

Мержанова Г.Х., д.б.н., зав. лаб. условных рефлексов и физиологии эмоций Института высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, г. Москва.

Работа поступила в редакцию 17.09.2012.

УДК 591.5: 591.53: 595.7

ИЗУЧЕНИЕ АДАПТИВНЫХ РЕАКЦИЙ КОПРОФИЛЬНЫХ НАСЕКОМЫХ: НЕКОТОРЫЕ ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Псарев А.М.

ФГБОУ ВПО «Алтайская государственная академия образования имени В.М. Шукшина»,
Бииск, e-mail: apsarev@mail.ru

Помет животных – это особое местообитание, где формируются небольшие специфические сообщества, для нормального существования которых необходимо развитие адаптаций и коадаптаций, позволяющих снизить конкуренцию и обеспечить выживание видам со сходными экологическими потребностями. Этот процесс идет в двух направлениях: 1) развитие адаптаций к физико-механическим свойствам субстрата: приспособлений для респирации в жидкой среде; приспособлений для передвижения по поверхности субстрата или внутри него; адаптаций, позволяющих избежать налипания частиц помета или прилипания к ним самого насекомого; приспособлений к поиску субстрата; использование неоднородности структуры и температурного режима различных слоев помета, динамики температуры в течение суток; образование агрегаций при понижении температуры; крупные яйца и ускоренные сроки развития преимагинальных стадий в связи с эфемерностью субстрата; 2) выработка приспособлений к различным формам биотических отношений, складывающихся между видами и их группировками: у хищных форм разделение по размерам и местообитанию пищевых объектов; у копрофагов, кроме субстратного распределения, разделение по времени заселения и продолжительности использования пищевого субстрата; в паразитоидном комплексе – использование разными видами для яйцекладки различные фазы развития копрофильных мух; синхронизация жизненного цикла специализированных паразитоидов с циклом хозяев; приспособления, снижающие конкуренцию между Hymenoptera и стафилинидами рода Aleochara; у личинок насекомых-хозяев защитные физиологические реакции против эндопаразитов в виде «меланирования»; образование скоплений при питании, затрудняющих выбор жертвы самке паразитоида, расползание перед окукливанием. В целом можно заключить, что относительно хорошо изученными приспособлениями насекомых к обитанию в помете животных являются морфологические. Отмечено, что многие вопросы, касающиеся структурной и функциональной организации сообществ копрофильных насекомых, остаются еще слабо изученными. Мало сведений о жизненных циклах Staphylinidae, Histeridae, Hydrophilidae. Изучение этологии копрофильных насекомых находится в начальной стадии.

Ключевые слова: экология насекомых, копрофильные насекомые, адаптации

STUDY OF ADAPTIVE REACTIONS OF COPROPHILOUS INSECTS: SOME RESULTS AND PERSPECTIVES

Psarev A.M.

Altay State Academy of Education after V.M. Shukshin, Biysk, e-mail: apsarev@mail.ru

Dung of the animals is a special habitat where specific communities forms. The main tendencies of evolutionary process in such communities are directed adaptations and coadaptations allowing reduce the competition and provides survival of species that have the same ecological needs. Review considered two main direction of development of such adaptations that forms in the communities of coprophilous insects – 1) adaptation to physico-mechanical properties of substratum: adaptations for respiration in fluid; adaptations for locomotion on the surface of substratum or inside the substrate; adaptations allowing to avoid sticking of bits of dung or sticking to these bits the insects; adaptations for search of substratum; usage of inhomogeneity of structure and temperature regime of different layers of dung, dynamics of temperature during the day; formation of aggregations at low of temperature; big eggs and accelerated terms of development of preimaginal stages in connection with ephemerality of substratum; 2) production of adaptation to different forms of biotic relations between the species and their groups: predatory forms has separation by size and by habitats of food; for coprophilous besides substrate distribution – distribution by time of settlement and distribution by duration of usage of food substratum; in parasitoid complex – different species uses different phases of development of coprophilous flies for oviposition; synchronization of life cycle of specialized parasitoids with cycle of host; adaptations that reduce the competition between Hymenoptera and the genus Aleochara of road beetles; larvae of the host-insects has protective physiological reactions against entozoos – such as «melanization»; formation of congestions when parasitoid's female eats and it makes the choice of the victim more difficult, crawling away before pupation. Concluded that relatively well-studied adaptations of insects for habitation in dung of animals are morphological. There was noted that many questions relating to structural and functional organization of communities of coprophilous insects still remains poorly studied. A little information about life cycles of Staphylinidae, Histeridae, Hydrophilidae. Studying of ethology of coprophilous insects is in the early stages.

Keywords: ecology of insects, coprophilous insects, adaptations

Отдельные порции экскрементов животных давно рассматриваются как особые, «островные местообитания» (Беклемишев, 1959; Джиллер, 1988), которые населяет обширная группа разнородных организмов, формирующих сообщества, системы, состоящие из большого числа элементов, находя-

щихся в разнообразных взаимоотношениях между собой. В таких сообществах основными тенденциями эволюционного процесса являются направленные адаптации и коадаптации, позволяющие снизить конкуренцию и обеспечить выживание видам, обладающим сходными экологическими по-

требностями. Процесс развития таких приспособлений обычно идет в двух направлениях – адаптации к физико-механическим свойствам среды и выработке приспособлений к различным формам биотических отношений, складывающихся между видами и их группировками. В данном обзоре мы рассмотрим основные адаптации, складывающиеся в одной из основных системобразующих группировок организмов, связанных с отдельными порциями экскрементов домашних животных – в сообществе насекомых. Основой для сообщения послужили многолетние исследования этой уникальной экологической группировки, проводившиеся нами на горных и предгорных пастбищах юга Западной Сибири.

Адаптации к физико-механическим свойствам среды

Приспособления для респирации в жидкой среде, позволяющие переносить затопление

Двукрылые заселяют свежий помет одними из первых, поэтому яйца мух развиваются в довольно жидком субстрате, особенно это касается видов, заселяющих коровий помет, в связи с чем у них развиваются адаптации для респирации яиц в жидкой среде в виде специальных приспособлений для дыхания, позволяющих переносить затопление. У *Muscidae*, *Anthomyiidae*, *Scathophagidae* на поверхности яйца образуется медиальная пластинчатая зона, состоящая из полигональных структур и отверстий, пропускающих воздух во внутренние слои яйца при его погружении в жидкость (Гапонов, 1999; Hinton, 1961, 1981 и др.). У *Sphaeroceridae* и части *Muscidae* при затоплении вся поверхность яйца или большая ее часть покрывается воздухом (Hinton, 1961).

У части видов личинок мух имеются различные выросты, на вершине которых расположены отверстия дыхалец (*Milichiidae*, *Phoridae*, *Sepsidae*). У других (*Sarcophagidae*) дыхание осуществляется по принципу физической жабры, состоящей из тонких щетинок и особых желез, располагающихся на дыхальцевой пластинке. Образующаяся с их помощью воздушная подушка служит источником кислорода, запасы которого восполняются путем диффузии газа из окружающей жидкости (Зимин, 1951; Гиляров, 1970). Личинки жесткокрылых (*Scarabaeidae*, *Staphylinidae*, *Histeridae*, *Hydrophilidae*) появляются в помете, когда субстрат содержит большое количество воздухоносных полостей, степень аэрации его высока и для дыхания не требуется специальных приспособлений.

Приспособления для передвижения по поверхности субстрата или внутри него и адаптации, позволяющие избежать налипания частиц помета или прилипания к ним самого насекомого

Как среда обитания помет животных отличается многими показателями от граничащих с ним сред, что вызывает необходимость развития специфических адаптивных качеств у населяющих его организмов, но в то же время помет обладает сходными с почвой физическими характеристиками, что также находит отражение в морфологии, характере передвижения копробионтов в субстрате.

Безногие личинки мух при перемещении в экскрементах, как и в почве, используют «сократительное движение» (Гиляров, 1949), основанное на раздвигании субстрата путем перекачивания полостной жидкости. В продвижении тела помогают расположенные на брюшных сегментах валики, различные кутикулярные выросты и разнонаправленные шипики, выполняющие опорную функцию при движении (Штакельберг, 1956).

Морфологические особенности личинок копробионтных жесткокрылых тесно связаны с типом питания и способом добывания пищи, что в свою очередь определяет характер передвижения и уровень мобильности личинок.

Миграции личинок пластинчатоусых ограничиваются объемом порции помета и связаны, главным образом, с изменениями температуры и влажности, происходящими в течение суток и в ходе трансформации субстрата. Уровень мобильности личинок пластинчатоусых-копрофагов более низкий, чем у почвообитающих личинок, что объясняется отсутствием необходимости в поиске пищи, однако движения, совершаемые личинками, сходны – это вгрызание в субстрат, при котором большое значение имеет прочность головной капсулы, которая сильно склеротизирована и без швов, а также мощные челюсти. Личинки *Scarabaeidae* имеют три пары ног, которые могут быть примерно равной длины (*Aphodius* spp.), либо третья пара короче остальных (*Geotrupes* spp.). Несколько отличаются морфологически от типичных С-образных личинок скарабейд личинки, которые развиваются под пометом в норках (*Geotrupes*, *Onthophagus*, *Euoniticellus*). Их движения минимальны, и поэтому конечности развиты слабее, чем у *Aphodiinae*, а у *Geotrupes* третья пара ног примерно в два раза короче остальных. У *Onthophagus*, *Euoniticellus* передние брюшные тергиты сильно расширены, что невозможно у ли-

чинок, перемещающихся путем прокладывания ходов. Кроме того, для личинок этой группы характерно развитие «анальной площадки», служащей для утрамбовывания стенок в кормовой камере (Медведев, 1952).

Камподиевидные личинки Staphylinidae образуют две отличающиеся габитуально и экологически группы – стафилиноморфные (Staphylininae, Paederinae) и алеохароморфные (Oxytelinae, Tachyporinae, Aleocharinae и др.) (Потоцкая, 1967). Первые – хищные, мобильные, начинающие свое развитие в помете, а заканчивающие, как правило, в подстилке и почве, так как на стадии их третьего возраста личинки большинства видов копрофильных мух – основная пища крупных хищных личинок Staphylinidae – заканчивают развитие и покидают субстрат. В связи с этим, стафилиноморфные личинки несут черты адаптации к передвижению как в помете, так и в подстилке, в верхних слоях почвы. Тело их вытянутое, уплощенное и относительно узкое. Головная капсула и грудные сегменты сильно склеротизированы, что защищает тело от повреждений при передвижении в узких местах. Высокая мобильность обеспечивается длинными бедрами и голенелапками, вооруженными опорными щетинками. Такое строение тела личинки способствует ее передвижению в узких извилистых ходах копробионтов и, совместно с развитыми органами обоняния и осязания, обеспечивает успех в поисках добычи.

Большинство личинок алеохароморфного типа мелкие, ноги их короче, общая склеротизация покровов выражена слабее, чем у стафилиноморфных личинок, так как почти все они, за редким исключением, завершают свое развитие в субстрате, где отсутствуют твердые минеральные частицы, повреждающие тело.

Личинки Histeridae и Hydrophilidae – хищники, внешне напоминают алеохароморфных личинок стафилинид, но с более короткими ногами, с более склеротизированной головой и переднеспинкой. Характер передвижений в субстрате такой же, как у стафилиноморфных личинок Staphylinidae, но личинки Histeridae, а в большей мере Hydrophilidae, значительно уступают в скорости перемещений хищным личинкам стафилинид.

Имаго мух контактируют только с поверхностью помета и большинство из них лишь в начале его существования, когда экскременты еще жидкие. Мелкие виды Sepsidae, Sphaeroceridae, некоторые Anthomyiidae и др. при передвижении используют силу поверхностного натяжения жидкости, их лапки имеют относи-

тельно короткие щетинки. Лапки крупных Sarcophagidae, Scatophagidae, Muscidae, связанных преимущественно с коровьими экскрементами, вооружены длинными гидрофобными опорными щетинками, значительно увеличивающими площадь соприкосновения конечности с поверхностью помета.

Большая часть имаго Coleoptera связана с пометом на всех стадиях жизненного цикла и связи эти хронологически более растянуты, более тесные, чем у других копробионтных насекомых. Вместе с тем, часть их жизни проходит в миграциях в поисках субстрата, и поэтому габитус жесткокрылых отражает черты специализации не только к перемещению внутри помета, но, в не меньшей мере, и к полету, и к передвижению по поверхности и в верхних слоях почвы. Морфология имаго Scarabaeidae, Histeridae, Staphylinidae достаточно полно описана в сводках по этим таксонам жесткокрылых (Яблоков-Хнозорян, 1967; Проценко, 1968; Тихомирова, 1973; Крыжановский, Рейхард, 1976; Blackwelder, 1936 и др.), поэтому в данной работе мы затронем лишь те особенности внешней организации, которые связаны с обитанием в помете.

К видам, связанным главным образом с поверхностью помета, относятся некоторые стафилиниды (*Emus hirtus* L., *Ontholestes* spp.). Их тело сильно опущено, удлинненное, гибкое, что позволяет им, несмотря на крупные размеры, проникать в щели и полости при добывании пищи, избегая при этом налипания частиц субстрата. Длинные лапки ног вооружены опорными щетинками.

Среди Staphylinidae есть виды, в равной мере встречающиеся как на поверхности помета, так и в его толще. К этой группе относятся некоторые крупные крупные *Philonthus* (*Ph. nitidus* F., *Ph. splendens* F. и др.). Специализация к помету в этой группе выражена слабо, это универсальные эврибионтные хищники, которые встречаются в других подобных субстратах (падаль, отбросы, компосты и т.д.), где присутствуют скопления личинок двукрылых. Они лишены густого опушения, ноги, как и у предыдущей группы хищных стафилинид, достаточно длинные, бегательные, с удлинненными лапками средних и задних ног. С их помощью, а также используя голову, виды этой группы могут протискиваться между частицами субстрата.

Наиболее богатая в видовом отношении группа насекомых, населяющих толщу помета, которые после обнаружения субстрата стремятся проникнуть в его внутренние слои. Адаптации, позволяющие избежать

намокания тела и налипания частиц помета или прилипания к ним самого насекомого, у них проявляются в виде гладких покровов, опушения всего тела или его отдельных частей, наличия длинных щетинок. Сильная склеротизация защищает тело от повреждений при продвижении в почве под субстратом и в его толще. Для перемещений в толще субстрата применяют копание, используют естественную скважность и ходы других копробионтов или их расширение с помощью головы и ног. Группа довольно разнообразна по трофике и характеру передвижения.

Хищные Staphylinidae, добывающие себе пищу в ходах копробионтов и естественных скважинах субстрата (*Philonthus agilis* Grav., *Ph. varius* Gyll., *Ph. varians* Payk., *Ph. albipes*.), имеют бегательные ноги, но меньшей длины, чем у видов, связанных с поверхностью, так как им не требуются высокие скоростные качества. Стафилиниды-копрофаги с помощью ног и большой уплощенной головы способны расширять щели в субстрате (*Oxytelus piceus* L., *Aploderus caelatus* Grav., *Platystethus arenarius* Geoffr., и др.). Тело их широкое, параллельностороннее, слегка сплющено дорсовентрально. Ноги ходильные, приспособлены для копания, слегка уплощены и несут по внешнему краю ряд мелких зубцов. При движении они не расставляются в стороны, а выбрасываются вперед, что облегчает продвижение в узких ходах (Тихомирова, 1973).

Histeridae (*Hister* spp., *Atholus* spp. и др.) – ходящие и роющие хищники, с слитным, гладким, обтекаемым и выпуклым телом. В помете и верхних слоях почвы под ним передвигаются либо используя ходы копрофагов, либо раздвигая частицы субстрата. Ноги относительно короткие, сильные, ходильно-копательные, приспособленные к отгребанию субстратных частиц.

У копробионтных пластинчатоусых верх тела либо почти голый (*Aphodius sordidus* F., *Geotrupes baicalicus* Rtt. и др.), либо частично покрыт волосками разной длины (*Aphodius scrofa* F., *A. carinatus* Germ. и др.). У всех Scarabaeidae ноги копательного типа, с относительно короткими, расширенными посередине бедрами, передвигаются они путем прокладывания ходов, сочетая раздвигание частиц субстрата с копанием. Продвижение в этом случае обеспечивается работой головы и ног, однако в разных группах скарабейд значение этих частей тела в перемещении насекомого не одинаково. У *Onthophagus*, *Copris*, *Aphodius* голова активно участвует в копании и несет выступ – наличник, с выемками или зубчи-

ками по внешнему краю. У *Geotrupes*, выкапывающих глубокие норки под субстратом для питания и заготовки пищи, при продвижении основную функцию выполняют ноги, а не голова, поэтому наличник развит слабее, все пары ног хорошо развиты, голени передних ног вооружены многочисленными зубцами, средние и задние голени несут кили, шпоры и щетинки, что усиливает их прочность, опорность и способствует рытью. У *Onthophagus*, *Euoniticellus*, выкапывающих неглубокие норки с помощью головы и ног, передние голени меньше расширены, несут небольшое количество зубцов, их средние и задние ноги служат преимущественно для отгребания частиц субстрата, поэтому вооружены слабее. *Aphodius* не делают норки в почве и связаны преимущественно с пометом или рыхлым верхним слоем почвы под ним, что не требует мощных конечностей для рытья, поэтому ноги тоньше и длиннее.

Hydrophilidae филогенетически близки Histeridae, а их копробионтные виды (Sphaeridiinae) обладают и морфологическим сходством с гистеридами. Тело их обтекаемое, округлое или каплевидное, от слабо выпуклого (*Sphaeridium*), до выпуклого (*Cercyon*) и сильно выпуклого (*Cryptopleurum*, *Pachysternum*). Верх тела у большинства видов гладкий, блестящий, лишь у *Cryptopleurum* в тонких прилегающих волосках. Ноги копательные, с уплощенными бедрами и голеними.

У Hydrophilidae можно проследить зависимость степени развития вооружения голени от размеров тела и структурных особенностей субстрата в момент его заселения жуками. *Sphaeridium* появляются в первые часы, когда субстрат еще жидкой консистенции, и передвижение в нем напоминает скорее плавание, чем копание или ходьбу. Ноги их длиннее, голени менее уплощенные, чем у других копробионтных Hydrophilidae, и вооружены рядами хорошо развитых крупных шипов, длина которых приближается к ширине голени. При передвижении в конском помете *Sphaeridium* перемещаются, раздвигая частицы субстрата, а шипы выполняют опорную функцию. Мелкие *Cercyon*, *Cryptopleurum*, *Pachysternum* более обычны и многочисленны в конском помете, структура которого представлена отдельными конгломератами и мало напоминает экскременты коров. В коровьем помете они появляются чуть позже *Sphaeridium*, когда субстрат теряет большую часть влаги и становится вязким. Передвигаются мелкие Hydrophilidae с меньшими усилиями, чем *Sphaeridium*, преимущественно расширяя имеющиеся естественные скважины. Ноги

их ходильно-копательные, имеют плоские голени (особенно передние) с мелкими шипиками.

Паразитические Hymenoptera непосредственно с пометом связаны лишь факультативно на стадии имаго, и поэтому приспособления к специфическим особенностям субстрата у преимагинальных фаз четко не выражены. Адаптации к передвижению в помете у копрофильных паразитоидов можно выделить лишь у Figitidae и Eucoliidae, встречающихся в свежих экскрементах. Они имеют голые гладкие покровы, что препятствует прилипанию жидкости, и определенным образом складывают крылья, переломив их в задней трети, что облегчает передвижение. В поисках личинок мух они перемещаются в существующих ходах и скважинах, реже продвигаются, раздвигая мягкий субстрат головой. Периодически цинипоиды выползают на поверхность субстрата и чистят лапками тело и придатки. К моменту появления Ichneumonidae, Braconidae, Pteromalidae помёт обладает большой пористостью, и поэтому передвижение в нем не требует специальных приспособлений. Ichneumonidae и Braconidae перемещаются по существующим ходам, Pteromalidae, пользуясь малыми размерами тела, способны передвигаться между частицами субстрата и проникать на в почву на глубину до 10 см.

Приспособления к поиску субстрата

Успех в поисках мест концентрации пищи обусловлен у копрофильных насекомых выработанной способностью к полету, который у большинства видов Coleoptera прямолинеен, а у Diptera маневрен. Расстояния, которые пролетают насекомые в поисках субстрата, обычно ограничены пределами пастбища и прилегающих к нему участков, однако есть данные, что в некоторых случаях отдельные виды могут преодолевать и большие дистанции. Так, *Stomoxys calcitrans* L. за 24 часа способны пролететь около 30 км (Досжанов, Бусалаева, 1989). Расстояния, на которые перемещаются насекомые, значительно увеличиваются при перегонах скота, во время которых мухи используют животных в качестве средства передвижения, а жесткокрылые продвигаются вперед от одной порции субстрата к другой.

В поисках субстрата обоняние превалирует над зрением. Независимо от формы и длины усиков они несут большое количество хеморецепторов, помогающих копробионтам обнаруживать запахи аммиака и других специфических соединений, присутствующих в свежем помете и разлагающейся органике. При передвижении в субстрате усики большинства видов прячутся в спе-

циальные желобки на нижней части головы и переднегруди, у факультативных копробионтов прижимаются к телу со стороны спины и при выходе на поверхность тщательно очищаются с помощью лапок.

Использование неоднородности структуры и температурного режима различных слоев помета, его динамики в течение суток; образование агрегаций при понижении температуры

Как показали измерения, температура на поверхности субстрата и внутри – его существенно отличаются от температуры окружающего воздуха и поверхности почвы, превышая их на несколько градусов (Псарев, 2006). Это объясняется высокой влажностью и проходящими здесь процессами бактериального брожения. Различен и температурный режим разных слоев, что является причиной вертикальных миграций насекомых в течение дня, позволяющих выбирать участки с наиболее оптимальной температурой в данное время суток, что создает благоприятные условия для развития личинок и поддержания активности имаго даже при низких значениях температуры воздуха и почвы. Кроме того, при значительных понижениях температуры, которые не редки на горных пастбищах, личинки склонны к образованию агрегаций в центре помета, что также способствует сохранению активности.

Локализация насекомых в помете динамична во времени и определяется распределением трофических ресурсов, влажностью и температурным режимом. Личинки-копрофаги большинства видов мух обычно образуют одновидовые агрегации и совершают вертикальные перемещения, выбирая слой субстрата с оптимальной температурой. Хищные личинки мух (*Mesembrina* spp., *Hydrotaea dentipes* Fll. (Muscidae), *Scatophaga stercoraria* L. (Scatophagidae) и некоторые др.) не образуют скоплений, но их распределение и перемещения подчиняются тем же закономерностям, которые определяют миграции личинок мух-копрофагов. Личинки жесткокрылых – части Scarabaeidae (*Aphodius* spp.), Staphylinidae (*Aploderus caelatus* Grav., *Oxytelus piceus* L., *Platystethus cornutus* Grav., *P. arenarius* Four. и др.), Hydrophilidae, Histeridae – появляются позже личинок мух, когда за счет скважности и циркуляции воздуха температура разных слоев не имеет резких различий, и фактором, определяющим их локализацию, становится влажность. По уровню мобильности личинки пластинчатых мух, и протяженные миграции им не свойственны, располагаются они обычно ближе

к центру и в нижних слоях помета. Личинки некоторых Scarabaeidae (*Onthophagus* spp., *Geotrupes* spp.) развиваются в запасах корма, сделанных родителями в норках под субстратом. Хищные личинки Staphylinidae, Histeridae, Hydrophilidae в поисках добычи перемещаются по всей толще субстрата, используя ходы других копробионтов и естественную скважность.

Субстратное распределение имаго копробионтных насекомых в помете определяется преимущественно их трофической специализацией. Копрофаги *Aphodius* (Scarabaeidae), *Sphaeridium* (Hydrophilidae), часть *Oxytelus*, *Platystethus* (Staphylinidae) питаются в толще субстрата ближе к поверхностному слою, причем *Aphodius* могут образовывать агрегации, связанные с копуляцией, и в дальнейшем рассредоточиваются. *Onthophagus*, *Geotrupes* проникают вглубь до границы «помет-почва», где роют наклонные и вертикальные норки для питания и развития потомства. *Cercyon* spp., *Pachysternum haemorrhoum* Motsch., *Cryptopleurum minutum* F. (Hydrophilidae) в 2–3-суточном коровьем помете локализуются под коркой или на границе «помет-почва», в подсыхающих участках, где могут образовывать небольшие скопления. Здесь же охотятся *Hister*, *Atholus* (Histeridae). Хищные *Philonthus*, *Aleochara* мобильны и перемещаются по всему субстрату, однако в свежем помете не проникают в глубинные слои, а перемещаются либо в полостях под поверхностной коркой, либо на границе «помет-почва» на разном удалении от внешнего края. По мере высыхания помета, они, как и Histeridae, проникают в его толщу, используя ходы копрофагов.

В конском помете из-за большого объема и неоднородности структуры наблюдается большая дифференциация условий среды в вертикальном и горизонтальном направлениях, чем в коровьем. В связи с этим имаго и личинки насекомых более склонны к агрегированию в отдельных локусах, отличающихся, главным образом, уровнем влажности. На подсыхающих участках можно встретить более десятка мелких *Philonthus* (*Ph. albipes* Grav., *Ph. agilis* Grav., *Ph. varius* Gyll., *Ph. lepidus* Grav. и др.), *Aleochara* (*A. bipustulata* L., *A. bilineata* Gyll., *A. intricata* Mnnh.), *Hister sibiricus* Mars., *Atholus bimaculatus* L., *Cercyon* spp., *Pachysternum haemorrhoum*, *Cryptopleurum minutum*; в более увлажненных местах, кроме концентрации личинок мух, можно обнаружить до 20 особей *Aphodius rectus* Motsch., *A. immundus* Cr., несколько десятков *Platystethus cornutus*.

К группе адаптаций, связанных со спецификой субстрата, можно отнести

и биологические особенности, характерные для копрофильных насекомых – крупные яйца и ускоренные сроки развития преимагинальных стадий в связи с эфемерностью субстрата.

Особенно это характерно для Diptera, личинки которых имеют слабые челюсти и могут питаться только мягким субстратом. По нашим данным, яйца мух при благоприятных условиях развиваются в течение 2–3 часов, а продолжительность развития от яйца до формирования пупария составляет 5–8 дней. Яйца копробионтных жесткокрылых относятся к типу неклеидоичных яиц, которые характеризуются наличием необходимых зародышу питательных веществ, но бедны влагой и нуждаются в поступлении воды из окружающей среды (Гилларов, 1970). Свежие экскременты и почва под ними имеют высокую влажность, и поэтому через короткое время яйца, за счет впитывания влаги, значительно увеличиваются в размерах. Преимагинальные стадии развития жесткокрылых также менее продолжительны по сравнению с экологически близкими видами, развивающимися в подстилке или компостах. Так, например, у жука-носорога *Oryctes nasicornis* L., связанного с компостами, стадия личинки длится 3–4 года, для копрофильных видов Scarabaeinae, Aphodiinae характерна однолетняя генерация (Николаев, 1987; Берлов и др., 1989; Ахметова, 2010 – автореферат).

Биотическая среда

Одним из направлений приспособительных реакций, обеспечивающих функционирование многовидового сообщества помета, является развитие коадаптаций, снижающих конкуренцию за ресурсы среды. Такие взаимные приспособления проявляются как у хищных форм, так и у копрофагов.

У хищников наблюдается разделение и по размерам, и местообитанию пищевых объектов. Основу питания крупных стафилинид (*Philonthus*) составляют личинки II–III возрастов, которых они находят в ходах, у поверхностной корки или во время расползания личинок перед окукливанием. Мелкие *Philonthus* питаются яйцами и небольшими личинками мух преимущественно в толще субстрата. Менее многочисленные Histeridae питаются в глубине помета и под ним, их линейные размеры также коррелируют с размерами тела личинок. Различны и способы добывания пищи. У поверхностных хищников (*Scatophaga stercoraria*, *Ontholestes* spp.) в окраске доминируют коричневые и золотистые тона с визуально расчленяющими пятнами и перевязями, эффективно маскирующими насекомое на

поверхности субстрата. Их охота складывается из коротких пробежек по поверхности субстрата, затаивания, прыжка-броска в сторону жертвы, в случае нескольких промахов они на некоторое время покидают поверхность субстрата, улетая или скрываясь в щелях. Крупные *Philonthus*, питающиеся личинками и яйцами – хищники-рейдеры, находящиеся в постоянном движении в ходах и по периметру субстрата в поисках добычи. Средние *Philonthus* способны нападать на имаго мух из засады в щелях на поверхности помета. *Histeridae* находят добычу, прокладывая ходы в толще помета или под ним, или расширяя ходы других копробионтов.

Подобные коадаптации можно отметить и у копрофагов, но в этой группе, кроме субстратного распределения, хорошо выражено разделение по времени заселения и продолжительности использования пищевого субстрата. У имаго первыми через несколько минут после появления помета его заселяют *Diptera*, которые питаются на поверхности в течение нескольких часов до образования твердой корки. Чуть позже появляются водолюбы рода *Sphaeridium* и некоторые *Aphodius* из скарабейд, *Oxytelus* из стафилинид. Численность этих копрофагов остается высокой на протяжении 1–3 дней, затем снижается, в это время увеличивается численность мелких копрофагов рода *Cercyon*, *Cryptopleurum* из *Hydrophilidae*, *Oxytelus* из *Staphylinidae*, появляются некоторые *Aphodius* (*A. foentes*, *A. fimetarius*). Подобное хронологическое разделение наблюдается и у личинок. Первыми появляются личинки мух, питающиеся жидким и влажным субстратом, потом личинки скарабейд и стафилинид-копрофагов, строение челюстей которых позволяет питаться подсыхающим пометом. Некоторые из них питаются в нижних слоях помета, где сохраняется влажность, другие под субстратом на границе с почвой или в норках под субстратом, поедая корм, запасенный родителями.

У копрофильных *Scarabaeidae*, катающих пищевые шары из помета, отмечен клептопаразитизм, при котором они воруют запасы друг у друга, но такие виды характерны для степных и аридных зон, среди западно-сибирских видов они отсутствуют.

В паразитоидном комплексе коадаптации проявляются в использовании разными видами для яйцекладки отдельные фазы развития копрофильных мух. Так, перепончатокрылые *Figitidae*, *Eucoliidae* инвазируют личинок мух I–II возрастов, *Ichneumonidae*, *Braconidae* – личинок II–III возраста, *Pteromalidae*, *Diapriidae*,

Aleochara из *Staphylinidae* откладывают яйца в пупарии мух.

Для специализированных паразитоидов характерна синхронизация жизненного цикла с циклом хозяев. Развитие копрофильных видов *Hymenoptera* заканчивается в среднем на 20–25 дней позже начала вылета мух. Благодаря такой сопряженности в системе «паразит – хозяин», имаго перепончатокрылых появляются на пастбищах после зимней диапаузы в тот момент, когда количество мух и их личинок в природе достаточно, чтобы обеспечить развитие нового поколения паразитоидов.

Известно, что в процессе эволюции у паразитических перепончатокрылых превращение первого сегмента брюшка в тонкий вытянутый стебелек и сильное уплощение с боков последующих сегментов развивается как адаптация к заражению подвижных хозяев (Малышев, 1966; Виктор, 1976). У копрофильных паразитоидов из разных систематических групп степень развития стебелька неодинакова, и можно проследить определенную зависимость строения брюшка от способа и места инвазирования хозяина. *Figitidae*, *Eucoliidae*, заражающие подвижных личинок I–II возраста в ходах, проложенных в помете, где двигательная активность ограничена, имеют короткий стебелек и брюшко с боковым уплощением. У *Pteromalidae*, откладывающих яйца в неподвижные пупарии мух, находящиеся в толще почвы или субстрата, брюшко овально-удлиненное, короче груди, с немного выдающимся яйцекладом, стебелек средней длины. *Ichneumonidae*, *Braconidae*, инвазирующие преимущественно активно двигающихся, способных сопротивляться личинок старших возрастов на поверхности или через тонкий слой субстрата, во время их расползания, имеют хорошо развитый длинный стебелек и удлиненное, подвижное брюшко.

Рассматривая взаимоотношения, складывающиеся в паразитоидном энтомокомплексе помета, можно отметить наличие приспособлений, снижающих конкуренцию между *Hymenoptera* и стафилинидами рода *Aleochara*. Наши данные показывают, что большая часть перепончатокрылых являются личиночно-куколочными паразитоидами, инвазирующими личинок мух в отдельных порциях помета на пастбищах и не встречающихся в скоплениях навоза, в местах ночных стоянок скота. Куколочные перепончатокрылые-паразитоиды (*Spalangia* spp., *Diapria conica* F., *Trichopria* spp.) приурочены к скоплениям навоза на небольших фермах, дойках, стоянках, где концентрация пупариев выше, чем на пастбищах. Стафи-

линиды рода *Aleochara*, благодаря наличию мобильной личинки I возраста, которая способна к активному поиску пупариев, заражают мух как на пастбищах, так и в местах скопления экскрементов, причем в последнем случае степень инвазии пупариев выше (Псарев, 2002).

У личинок насекомых-хозяев, в свою очередь, выявлены защитные физиологические реакции против эндопаразитов в виде «меланирования» – образования капсул вокруг яиц и личинок младшего возраста с отложением меланина на их поверхности. Такие образования приводят к асфиксии паразитоида. Можно отметить и этологические адаптации – образование скоплений при питании, что затрудняет выбор жертвы самке паразитоида; расползание перед окукливанием, что также позволяет снизить риск нападения самок, инвазирующих куколок.

Суммируя все вышесказанное, можно заключить, что основными и относительно хорошо изученными приспособлениями насекомых к обитанию в помете животных являются морфологические. Рассмотренные примеры затрагивают стороны их организации, связанные с обитанием в помете, и позволяющие, в то же время, заселять экологически сходные скопления мертвой органики в случае временного его отсутствия. Вместе с тем, эфемерность субстрата, сроки существования которого гораздо короче жизни имаго, являются причиной развития приспособлений, служащих для его поиска, перемещения в воздухе или по различным поверхностям – развитые органы обоняния, крылья, строение второй и третьей пары конечностей. Так формируется адаптивный комплекс, в котором габитуальные и экологические особенности копробионтов оказываются тесно связанными и составляют единое целое.

В заключение хочется заметить, что многие вопросы, касающиеся структурной и функциональной организации сообществ копрофильных насекомых, остаются еще слабо изученными. Большинство работ, посвященных этой тематике, носят фаунистическую направленность, однако по ряду территорий нашей страны существуют лишь отрывочные сведения по отдельным таксонам. Биология сравнительно хорошо изучена лишь у *Diptera*, главным образом имеющих медико-ветеринарное значение, и отдельных представителей *Scarabaeidae*. Мало сведений о жизненных циклах *Staphylinidae*, *Histeridae*, *Hydrophilidae*. Изучение этологии копрофильных насекомых, начатое еще Ж. Фабром, к сожалению, мало продвинулось вперед, хотя это одна из ин-

тереснейших составляющих адаптивного комплекса копробионтов, для некоторых из них отмечено субсоциальное поведение (Hinton, 1944; Babenko, 2007). Между тем, познание организации сообществ помета способствует пониманию механизмов процессов, протекающих не только в отдельной порции экскрементов, но и определяющих функционирование систем более высокого ранга.

Список литературы

1. Ахметова Л.А. Жесткокрылые насекомые трибы Aphodiini (Coleoptera, Scarabaeidae) России: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – СПб., 2011. – 23 с.
2. Беклемишев В.Н. Популяции и микропопуляции паразитов и нидиколов // Зоол. журн. – 1959. – Т. 38. – Вып. 8. – С. 1128–1136.
3. Берлов В.Я., Калинина О.И., Николаев Г.В. *Scarabaeidae – Пластинчатоусые / Определитель насекомых Дальнего Востока СССР*. Т.3. Жесткокрылые, или жуки. Ч. 1 – 1989. – С. 380–434.
4. Виктор Г.А. Экология паразитов-энтомофагов – М.: Наука, 1976. – 152 с.
5. Гапонов С.П. Морфология яиц некоторых семейств круглошовных двукрылых (*Diptera, Cyclorhapha*) // Зоол. журн. – 1999. – Т. 78. – № 4. – С. 467–472.
6. Гиляров М.С. Особенности почвы как среды обитания и ее значение в эволюции насекомых. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1949. – 280 с.
7. Гиляров М.С. Закономерности приспособлений членистоногих к жизни на суше. – М.: Наука, 1970. – 276 с.
8. Джиллер П. Структура сообществ и экологическая ниша. – М.: Мир, 1988. – 184 с.
9. Досжанов Т.Н., Бусалаева Н.Н. Мухи-жигалки Казахстана – Алма-Ата: Наука, 1989. – 64 с.
10. Зимин Л.С. Фауна СССР. Насекомые Двукрылые. Семейство *Muscidae*. – М.-Л.: Наука, 1951. – Т. 18. – Вып. 4. – 287 с.
11. Крыжановский О.Л., Рейхард А.Н. Фауна СССР. Жуки надсемейства *Histeroidea* (семейства *Sphaeritidae, Histeridae, Synteliidae*) – Л.: Наука, 1976. – 435 с.
12. Малышев С.И. Становление перепончатокрылых и фазы их эволюции. – М.-Л.: Наука, 1966. – 330 с.
13. Медведев С.И. Личинки пластинчатоусых жуков фауны СССР. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1952. – 242 с.
14. Николаев Г.В. Пластинчатоусые жуки Казахстана и Средней Азии. – Алма-Ата: Наука, 1987. – 232 с.
15. Потоцкая В.А. Определитель личинок коротконадкрылых жуков (*Staphylinidae*) европейской части СССР. – М.: Наука, 1967. – 120 с.
16. Проценко А.И. Пластинчатоусые жуки Киргизии (*Coleoptera, Scarabaeidae*). – Фрунзе, 1968. – 258 с.
17. Псарев А. М. К полевой оценке роли *Aleochara* spp. (*Coleoptera, Staphylinidae*) в динамике численности популяций копрофильных мух. – Проблемы ресурсосбережения и природопользования Алтайского региона // Известия Алтайского отдела Русского географического общества РАН. – 2002. – В. 21. – С. 129–134.
18. Псарев А.М. Сравнительная характеристика условий обитания и особенностей локализации насекомых-копробионтов в разных типах субстрата // Энтомологические исследования в Западной Сибири. Труды Кемеровского отделения Русского энтомологического об-ва. – Вып. 4. – Кемерово, 2006. – С. 53–58.
19. Тихомирова А.Л. Морфо-экологические особенности и филогенез стафилинид (с каталогом фауны СССР). – М.: Наука, 1973. – 190 с.

20. Штакельберг А.А. Синантропные мухи фауны СССР. – М.-Л., 1956. – 238 с.

21. Яблоков-Хнозорян С.М. Пластинчатосые // Фауна Армянской ССР. Т. 6. – Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1967. – 225 с.

22. Babenko A., Life history and habits of rove beetles (Coleoptera, Staphylinidae): laboratory study / 22nd International meeting on biology and systematics of Staphylinidae. – Stuttgart, 2007. – P. 2–4.

23. Blackwelder R.E. Morphology of Coleopterous family Staphylinidae // Smithsonian Misc. Collect. – 1936. – Vol. 94. № 13. – P. 2–202.

24. Hinton, H.E. Some general remarks on sub-social beetles with notes on the biology of the staphylinid, *Platystethus arenarius* // Proc. R. Ent. Soc. Lond. (A). – 1944. – Vol. 19. – P. 115–128.

25. Hinton H.E. How some insects, especially the egg stage, avoid drowning when it rains // Proc. South London entomol. and Natur. Hist. Soc. – 1961. – P. 138–152.

26. Hinton H.E. Biology of insecta eggs. – Oxford: Pergamon press, 1981. – Vol. 2. – P. 118–120.

References

1. Akhmetova L.A. *Avto-ref. diss. kand. biol. nauk.* S-Peterburg, 2011, 23 p.

2. Beklemichev V.N. *Zoologicheskiy zhurnal* (Zoological Journal), 1959, Vol. 38, no. 8, pp. 1128–1136.

3. Berlov V.Ya., Kalinina O.I., Nikolaev G.V. *Opredelitel nasekomykh dalnego vostoka SSSR* (Identification key of insects Far East SSSR), Vol. 3, Part 1, 1989, pp. 380–434.

4. Victorov G.I. *Oekologiya parazitov-entomofagov (Ecology of parasites-entomophagous)*. Moscow, Nauka, 1976, 152 p.

5. Gaponov S.P. *Zoologicheskiy zhurnal* (Zoological Journal), 1999, Vol. 78, no.4, pp. 467–472.

6. Gilyarov M.S. *Osobennosti pochvy kak sregy obitaniya I ee rol v evolyutsii nasekomykh* (Features of the soil as habitats and its value in evolution of insects). Moscow-Leningrad, 1949, 280 p.

7. Gilyarov M.S. *Zakonomernosti prispobleniy chlenistonogikh k zhizni na sushe* (Regularities of adaptations of arthropods to life on a land). Moscow, 1970, 270 p.

8. Jiller P. *Structura soobshchestv I ekologicheskaya nisha* (Structure of communities and ecological niche). Moscow, 1988, 184 p.

9. Doszhanov T.N., Busalaeva N.N. *Mukhi-zhigalki Kazakhstana* (Stable-fly of Kazakhstan (Diptera, Muscidae, Stomoxidini). Alma-Ata, 1989, 64 p.

10. Zimin L.S. *Fauna SSSR. Nasekomye Dvukrylye. Semeystvo Muscidae* (Fauna SSSR. Diptera. Muscidae). Moscow-Leningrad, 1951, Vol. 18, Iss.4, 287 p.

11. Kryzhanovskiy O.L., Peychard A.N. *Fauna SSSR. Zhuki nadsemeystva Histeroidea (semeystva Spaeritidae, Histeridae, Synteliidae)* Fauna SSSR. Superfamily Histeroidea (Spaeritidae, Histeridae, Synteliidae). Leningrad, 1976, 435 p.

12. Malyshev S.I. *Stanovlenie pereponchatokrylykh I fazy ikh evolyutsii* (Formation Hymenoptera and phases of their evolution). Moscow-Leningrad, 1966, 330 p.

13. Medvedev S.I. *Lichinki plastinchatousykh Zhukov fauny SSSR* (Larvae of Scarabaeidae of fauna SSSR). Moscow-Leningrad, 1952, 242 p.

14. Nikolaev G.V. *Plastinchatousye zhuki Kazakhstana I Sredney Azii* (Scarabaeidae of Kazakhstan and Central Asia). Alma-Ata, 1987, 232 p.

15. Pototskaya V.A. *Opredelitel lichinok korotkonadkrylykh Zhukov (Staphylinidae) evropeyskoy chasti SSSR* (Identification key of larvae Staphylinidae of European part of the SSSR). Moscow, 1967, 120 p.

16. Protsenko A.I. *Plastinchatousye zhuki Kirgizii* (Sracabaeidae of Kyrgyzstan). Frunze, 1968, 258 p.

17. Psarev A.M. *Izvestiya Altayskogo otdela Russkogo geograficheskogo obschestva RAN* (News of the Altay department of Russian geographical society of the Russian Academy of Sciences). Biysk, Vol. 21, pp. 129–134.

18. Psarev A.M. *Trudy Kemerovskogo otdeleniya Russkogo entomologicheskogo obschestva* (Acta of the Kemerovo branch of Russian entomological society). Kemerovo, 2006, Vol. 4, 53–58 pp.

19. Tichomirova A.L. *Morfo-ekologicheskie osobennosti I philogenez staphilinid (s katalogom fauny SSSR)* (Morfo-ecological features and philogenez of Staphylinidae (with the catalog of fauna of the USSR)). Moscow, 1973, 190 p.

20. Shtakelberg A.A. *Sinanotropnye mukhi fauny SSSR* (Sinantropic of a fly of fauna of the USSR). Moscow-Leningrad, 1956, 238 p.

21. Yablokov-Khnozoryan S.M. *Fauna Armyskoy SSR* (Fauna of Armenia). Vol. 6, Erevan, 1967, 225 p.

22. Babenko A. 22nd International meeting on biology and systematics of Staphylinidae. Stuttgart, 2007, pp. 2–4.

23. Blackwelder R.E. *Smithsonian Misc. Collect.* 1936, Vol. 94, no. 13, pp. 2–202.

24. Hinton, H.E. Some general remarks on sub-social beetles with notes on the biology of the staphylinid, *Platystethus arenarius*. Proc. R. Ent. Soc. Lond. 1944, Vol. 19 (A), pp. 115–128.

25. Hinton H.E. Proc. South London entomol. and Natur. Hist. Soc., 1961, pp. 138–152.

26. Hinton H.E. Oxford: Pergamon press, 1981, Vol. 2, pp. 118–120.

Рецензенты:

Рассыпнов В.И., д.б.н., профессор, Институт природопользования Алтайского государственного аграрного университета, г. Барнаул;

Комарова Л.А., д.б.н., профессор, кафедра биологии Алтайской государственной академии образования, г. Бийск.

Работа поступила в редакцию 24.08.2012.

УДК 574.3 (614.7)

МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГОРНОРУДНЫХ РЕГИОНОВ ЗАУРАЛЬЯ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

¹Рафикова Ю.С., ¹Семенова И.Н., ¹Серегина Ю.Ю., ²Хакимзянов О.М.

¹ГАНУ «Институт региональных исследований Республики Башкортостан»,
Сибай, e-mail: ifalab@rambler.ru;

²ГБУЗ Центральная городская больница, Сибай

Представлены результаты комплексного обследования объектов окружающей среды горнорудных регионов Республики Башкортостан (снежный покров, почва, растениеводческая и мясная продукция), а также волос работников горно-добывающего предприятия на содержание тяжелых металлов. Наиболее загрязненными являлись почвы территорий, находящихся в зоне влияния Сибайского карьера (Zc от 2,6 до 41,2), Сибайской обогатительной фабрики (Zc от 14,4 до 39,7), УГОК (Zc от 9,5 до 18,5), Бурибаевского горно-обогатительного комбината (Zc от 14,3 до 23,3). Наибольшему воздействию подвержены почвы территории в радиусе до 5 км от источника загрязнения. Проведен анализ динамики показателей общей и первичной заболеваемости населения по данным отчетов государственной медицинской статистики за 2000–2010 гг. Результаты исследований показали, что заболеваемость населения обусловлена региональными особенностями.

Ключевые слова: горнодобывающая промышленность, тяжелые металлы, заболеваемость, здоровье населения

HEALTH-ENVIRONMENTAL CHARACTERISTICS OF THE MINING REGIONS OF THE URAL REGION THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

¹Rafikova Y.S., ¹Semenova I.N., ¹Seregina Y.Y., ²Khakimzyanov O.M.

¹Institute of regional researches of Republic Bashkortostan, Sibaj, e-mail: ifalab@rambler.ru;

²Central City Hospital, Sibai

Presents the results of a comprehensive environmental survey of mining regions in the Republic of Bashkortostan (snow cover, soil, crop and meat products), as well as hair of workers mining extractive enterprise for heavy metal content. The most contaminated soil were territories in the zone of influence of Sibay career (Zc from 2,6 to 41,2), Sibai concentrating factory (Zc from 14,4 to 39,7) UGOK (Zc from 18,5 to 9,5), Buribay ore mining enterprise (Zc from 14,3 to 23,3). The greatest effects are susceptible to soil the territory within a radius of up to 5 km from the source of the contamination. The analysis of dynamics of general and primary morbidity of population according to the reports of the State Medical Statistics of 2000–2010 studies showed that morbidity due to regional peculiarities.

Keywords: mining, heavy metals, morbidity, health

Предприятия горнодобывающей и перерабатывающей промышленности, располагающиеся на территории Республики Башкортостан, являются основными источниками техногенного загрязнения окружающей среды. В городах Учалы, Белорецк и Сибай расположены Учалинский горно-обогатительный комбинат (УГОК), Белорецкий металлургический комбинат и Сибайский филиал Учалинского горно-обогатительного комбината, в Хайбуллинском районе – Бурибаевский ГОК и ООО «Башкирская медь», разрабатывающее карьер «Юбилейный».

Несовершенство технологий при низком уровне природоохранных мероприятий на промышленных предприятиях приводит к тому, что в окружающую среду с выбросами поступают огромные количества токсичных соединений, в состав которых часто входят металлы, которые, попав в атмосферу, почву или водоемы, включаются в природный круговорот веществ и удаляются очень медленно, при выщелачивании, эрозии и дефляции, а также потреблении растениями.

На основании данных, представленных в отчетах Территориальных комитетов Министерства природопользования и эко-

логии Республики Башкортостан можно заключить, что ведущими факторами мобилизации и формирования миграционных потоков экотоксикантов в природно-техногенной среде горнорудных регионов республики являются процессы добычи и обогащения минерального сырья. Одной из основных причин техногенной нагрузки на природную среду являются выброс загрязняющих веществ в атмосферу, накопление отходов и сброс стоков. Так, объем валовых выбросов загрязняющих веществ от передвижных и стационарных источников загрязнения воздушного бассейна в 2010 г. составил (тыс. т): Белорецк и Белорецкий район – 17,9, Учалы и Учалинский район – 10,4, г. Сибай – 8,046, Баймакский район – 6,946, Хайбуллинский район – 4,55, Абзелиловский район – 5,4 [3, 4].

По отношению к процессам переноса и накопления веществ атмосфера относится преимущественно к транспортирующей среде. Поэтому в мониторинге загрязнения атмосферного воздуха используются так называемые природные планшеты, к которым относится снежный покров, обладающий, подобно почвенному покрову, способностью

активно накапливать химические элементы и их соединения. Так, в снежном покрове в зоне аэрогенного воздействия Сибайской обогатительной фабрики было отмечено превышение ПДК по содержанию Cu, Zn [2], а в зоне воздействия ООО «Башкирская медь» – превышение ПДК по содержанию Cd, Ni, Fe [5]. Анализ пространственных закономерностей распределения тяжелых металлов в снежном покрове в зоне влияния горнорудных предприятий свидетельствует о том, что наибольшую экологическую опасность представляют хвостохранилища [5].

Нами проведен сравнительный анализ содержания ТМ в слое 0–30 см почв, находящихся в зоне воздействия техногенных объектов, а также территорий, не испытывающих значительного воздействия со стороны промышленных предприятий (Абзелиловский и Зилаирский районы Республики Башкортостан).

Обобщая полученные данные, можно отметить, что в слое почвы 0–30 см Башкирского Зауралья отмечен повышенный уровень следующих металлов: Cu (УГОК, Сибайская обогатительная фабрика (СОФ), Сибайский карьер, Бурибаевский ГОК), Zn (за исключением почв Абзелиловского района), Pb (Бурибаевский ГОК), Ni (Зилаирский район) и Cd (СОФ, Бурибаевский ГОК, карьер «Юбилейный»). Таким образом, почвы промышленных ландшафтов характеризуются повышенным содержанием Cu, Zn, Cd.

Расчет суммарного показателя загрязнения Zc по валовому содержанию тяжелых металлов показал, что наиболее загрязненными являлись почвы территорий, находящихся в зоне влияния Сибайского карьера (Zc от 2,6 до 41,2), СОФ (Zc от 14,4 до 39,7), УГОК (Zc от 9,5 до 18,5), Бурибаевского горно-обогатительного комбината (Zc от 14,3 до 23,3). Почвы окрестностей карьера «Юбилейный», Абзелиловского и Зилаирского районов относились, в основном, к допустимой категории загрязнения. Наибольшему воздействию подвержены почвы территории в радиусе до 5 км от источника загрязнения.

В горнорудных районах селитебная зона расположена в непосредственной близости от карьеров и обогатительных фабрик. Сады и огороды жителей попадают в зону высокого и чрезвычайно высокого загрязнения воздуха и почвенного покрова, что сказывается на качестве выращиваемой сельхозпродукции. Накопление Cd в картофеле в условиях техногенного загрязнения почв в окрестностях Сибайского карьера коррелирует с валовым содержанием этого металла в почве [7]. В мышечных тканях крупного рогатого скота в условиях Хайбуллинского района отмечено превышение

по Cu, Zn, Cd, Pb [1]. Установленные факты диктуют необходимость постоянного контроля загрязнения токсичными металлами пищевых продуктов, произведенных в горнорудных районах

Из всех доступных биологических сред человека волосы являются наиболее информативным материалом. Результаты наших исследований указывают на достоверное превышение содержания Cd в волосах мужчин в возрасте 21–40 лет, работающих в СФ УГОК, по сравнению с физиологическими нормами. Кроме того, можно констатировать, что у рабочих СФ УГОК имеется риск формирования в организме избытка Cu, Zn, Cd и Pb [6].

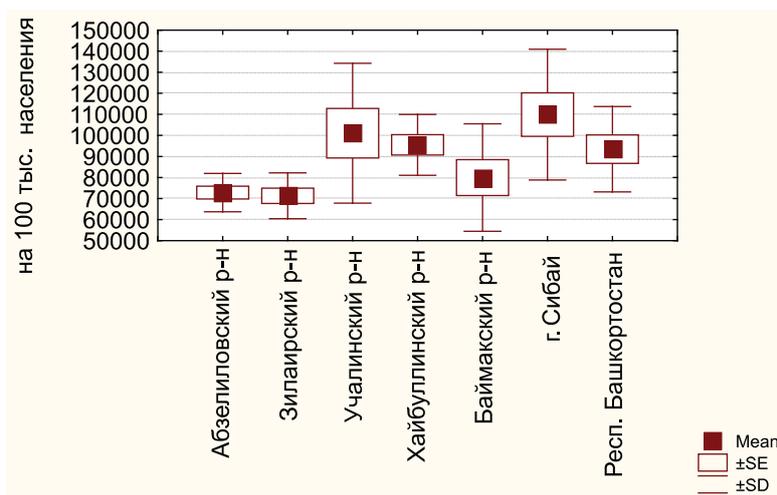
По данным ВОЗ, в среднем до 20% всех заболеваний обусловлены воздействием факторов окружающей среды. Ведущим показателем общественного здоровья является заболеваемость. В ходе наших исследований выявлены выраженные различия показателей заболеваемости населения, проживающего в горнорудных районах, по сравнению с населением республики. Одним из наиболее значимых показателей негативного влияния техногенного загрязнения окружающей среды на здоровье населения является рост первичной (впервые выявленной) заболеваемости. Средний уровень первичной заболеваемости населения г. Сибай за 11 лет превышал среднереспубликанские показатели в отличие от Абзелиловского и Зилаирского районов, уровень первичной заболеваемости которых был ниже средних значений по республике (рисунок).

Наиболее информативным и достоверным признаком экологической обусловленности нарушений здоровья являются показатели здоровья детей. Отсутствие профессионального анамнеза, вредных привычек, организованность детских коллективов и особенности их медицинского обслуживания, возможность учета условий жизни за относительно небольшой срок обеспечивают наиболее вероятное выявление возможного неблагоприятного действия загрязнения окружающей среды на здоровье.

Согласно официальным отчетным данным Министерства здравоохранения Республики Башкортостан в 2010 году в г. Сибай показатель общей заболеваемости детей по обращаемости составил 248232,1 случая на 100 тыс. детей 0–17 лет, из них впервые в жизни выявлено 161044,1 заболевание. На диспансерном учете на 1000 детей в 2010 г. стояло 696,1 человек, что в 1,7 раза превышало среднереспубликанские значения. В структуре первичной заболеваемости взрослого населения г. Сибай преобладали болезни органов дыхания (превышение среднереспубликанских показателей

в 1,3 раза), болезни системы кровообращения (в 2,3 раза), мочеполовой системы (в 1,6 раз), болезни крови (в 1,7 раза). Такая же картина вырисовывается и с уровнем общей и первичной детской заболеваемости 0–14 лет. Данный показатель по г. Сибай был выше как среднереспубликанских значений, так и значений остальных районов Башкирского Зауралья. По мнению ряда авторов, жители горнорудных провинций

представляют собой субпопуляцию высокого экологического риска и нуждаются не только в комплексной профилактике, но и в медико–экологической и эндоэкологической реабилитации. В создавшихся условиях важна разработка стратегии поведения для защиты населения от неблагоприятных экологических факторов, которая должна быть реализована как на популяционном, так и на индивидуальном уровне [8].



Средние показатели первичной заболеваемости всего населения Башкирского Зауралья за 2000–2010 гг.

Список литературы

1. Абдуллина Л.А. Семенова И.Н. К вопросу о загрязнении пищевых продуктов тяжелыми металлами на территории Башкирского Зауралья // Материалы Всероссийской научно-практической конференции (19 мая 2011). – Уфа, 2011. – С. 164–165.
2. Ильбулова Г.Р., Зубова М.А., Семенова И.Н. Содержание металлов в снежном покрове на территории, прилегающей к Сибайской обогатительной фабрике // Неделя науки-2009: научные доклады региональной конференции. Ч. II. Естественные науки. – Уфа: РИЦ БашГУ, 2009. – С. 31–34.
3. Обзор состояния окружающей среды территории, подведомственной Белорецкому территориальному комитету в 2010 г. – Белорецк, 2011. – 74 с.
4. Обзор состояния окружающей среды территории, подведомственной Сибайскому территориальному комитету в 2010 г. – Сибай, 2011. – 68 с.
5. Семенова И.Н., Абдуллина Л.А. Тяжелые металлы в снежном покрове в зоне влияния горнодобывающего предприятия ООО «Башкирская Медь» // Экология России и сопредельных территорий: материалы Международной молодежной конференции (20–22 июня 2012). – Кемерово, 2012. – С. 13–17.
6. Семенова И.Н., Рафикова Ю.С. Изучение содержания тяжелых металлов в волосах работников горно-обогатительного комбината г. Сибай // Вестник ОГУ. – 2009. – № 6. – С. 506–508.
7. Таипова О.А., Семенова И.Н. Эколого-токсикологическая оценка качества картофеля, выращиваемого на территориях, сопредельных с отвалами карьеров // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 1. – URL: <http://www.science-education.ru/101-5399>.
8. Особенности загрязнения среды обитания и заболеваемость населения в горнодобывающем регионе Республики Башкортостан / З.С. Терегулова, Л.Н. Белан, Р.А. Аскарков, З.Ф. Терегулова, А.И. Алтынбаева // Медицинский вестник Башкортостана. – 2009. – Т. 4. – № 6. – С. 20–25.

References

1. Abdullina L.A. Semenova I.N. *Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii* (materials of all-Russian scientific-practical Conference, May 19, 2011). Ufa, 2011. pp. 164–165.

2. Il'bulova G.R., Zubova M.A., Semenova I.N. *Nauchnye doklady regional'noj konferencii «Nedelja nauki-2009». Ch. II. Estestvennyye nauki* (Scientific reports of the regional Conference «Science week-2009». Part II. Natural sciences). – Ufa: RIC BashGU, 2009. pp. 31–34.
3. *Obzor sostojanija okruzhajuwej sredy territorii, podvedomstvennoj Beloreckomu territorial'nomu komitetu v 2010 g.* (Overview of environmental conditions within the subordinated Beloreck's territorial Committee in 2010). Beloreck, 2011. 74 p.
4. *Obzor sostojanija okruzhajuwej sredy territorii, podvedomstvennoj Sibajskomu ter-ritorial'nomu komitetu v 2010 g.* (Overview of environmental conditions within the subordinated Sibaj's territorial Committee in 2010). Sibaj, 2011. 68 p.
5. Semenova I.N., Abdullina L.A. *Materialy Mezhdunarodnoj molodezhnoj konferencii «Jekologija Rossii i sopredel'nyh territorij» (20–22 ijunya 2012)* (Materials of the International Youth Conference «ecology of Russia and adjacent territories»). Kemerovo, 2012. pp. 13–17.
6. Semenova I.N., Rafikova Ju.S. *Bulletin of OSU*. no. 6. 2009. pp. 506–508.
7. Taipova O.A., Semenova I.N. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovanija* (Contemporary problems of science and education). 2012. no. 1; URL: <http://www.science-education.ru/101-5399>.
8. Teregulova Z.S., Belan Z.N., Askarov R.A., Teregulova Z.F., Altynbaeva A.I. *Medicinskij vestnik Bashkortostana*, 2019. no. 4. pp. 20–25.

Рецензенты:

Янтурин С.И., д.б.н., профессор, заведующий кафедрой экологии Сибайского института (филиала) Башкирского государственного университета;

Байрамгулова Г.Р., д.б.н., профессор кафедры физиологии человека и животных Сибайского института (филиала) Башкирского государственного университета.

Работа поступила в редакцию 17.09.2012.

УДК 616.13-004.6-097-092.4

ВЛИЯНИЕ 1,6-А-D-ГЛЮКАНА ИЗ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЙ МИДИИ «CRENOMYTILUS GRAYANUS» (МИТИЛАНА) НА ЛИПИДНЫЙ СПЕКТР И ЦИТОКИНОВЫЙ ПРОФИЛЬ СЫВОРОТКИ КРОВИ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ АТЕРОСКЛЕРОЗЕ

¹Турмова Е.П., ¹Маркелова Е.В., ¹Красников В.Е., ¹Бычков Е.А.,
²Лукьянов П.А., ²Чикаловец И.В., ¹Григорюк А.А.

¹ГБОУ ВПО ВГМУ Минздрава России, Владивосток,
e-mail: patphis-vl@mail.ru;

²Тихоокеанский институт биоорганической химии ДВО РАН, Владивосток,
e-mail: science@pibc.dvo.ru

Оценивали влияние 1,6- α -D-глюкана из мидии «Crenomytilus grayanus» (Митилана) на цитокиновый профиль (IL-1 β , IFN- γ , TNF- α , IL-10), содержание металлопротеиназы-9 (MMP-9) и липидный спектр у 30 крыс линии Вистар на 6 месяце, в модели экспериментального атеросклероза. Митилан обладает иммуномодулирующим, ранозаживляющим, гиполлипидемическим, противовоспалительным и радиопротекторным эффектами. Определение цитокинов в сыворотке крови производили методом иммуноферментного анализа с использованием наборов: Rat «R&D Diagnostics Inc.», USA. Липидный спектр крови исследовали с помощью стандартного колориметрического метода. В крови крыс с экспериментальным атеросклерозом без назначения Митилана отмечалось повышение содержания общего холестерина, β -липопротеинов, холестерина липопротеинов низкой плотности, индекса атерогенности, увеличение уровней IFN- γ , IL-1, TNF- α и IL-10. При назначении Митилана зарегистрировано снижение содержания IFN- γ , IL-1, повышение уровня IL-10 и нормализация липидного спектра крови.

Ключевые слова: атеросклероз, гиперлипидемия, цитокины, крысы

INFLUENCE OF 1,6-A-D-GLUCAN FROM MUSSEL «CRENOMYTILUS GRAYANUS» (MITILAN) ON LIPOID SPECTRUM AND CYTOKINE'S PROFILE AT EXPERIMENTAL ATHEROSCLEROSIS

¹Turmova E.P., ¹Markelova E.V., ¹Krasnikov V.E., ¹Bichkov E.A.,
²Lukyanov P.A., ²Chikalovec I.V., ¹Grigorjuk A.A.

¹Vladivostok State Medical University, Vladivostok, *e-mail: patphis-vl@mail.ru;*

²Pacific institute of bioorganic chemistry. Far Eastern district of the Russian Academy of Science, Vladivostok, *e-mail: science@pibc.dvo.ru*

Influence of 1,6- α -D-glucan from mussel «Crenomytilus grayanus» (Mitilan) on cytokines profile IL-1 β , IFN- γ , TNF- α , IL-10, content of matrix metalloproteinase-9 (MMP-9) and lipid spectrum on 6 months investigation was made at 30 rats «Vistar» in model experimental atherosclerosis. Mitilan has immunomodulatory, wound healing, hypolipidemic, anti-inflammatory, ultraviolet and radio protected effects. Material of research was the blood serum. The cytokines was made by the method solid-phase not competitive immune-enzyme analysis with the use of sets: Rat «R&D Diagnostics Inc.», USA. The content of the general cholesterol; triglycerides; low-density lipoprotein, high-density lipoprotein, atherogenic index were investigated by the method of standard colorimetric analysis. At rats without used of Mitilan the increasing of the general cholesterol, cholesterol of LDL, atherogenic index, IFN- γ , IL-1 β , TNF- α and IL-10 in blood was revealed. At application of Mitilan the decreasing of IL-1, IFN- γ , increasing of IL-10 and normalization of lipid spectrum was established.

Keywords: atherosclerosis, hyperlipoidemia, cytokines, rats

Согласно современным представлениям о патогенезе атеросклероза большое значение отводится иммуноопосредованному воспалению в артериальной стенке [2, 7, 8, 11]. Гипертензия и гиперхолестеринемия коррелируют с развитием атеросклеротического процесса [2, 7, 9, 14]. Являясь промоторными факторами, они усиливают пролиферацию гладкомышечных клеток и стимулируют образование атеросклеротических бляшек [1]. Однако нередко атеросклеротический процесс развивается у лиц с нормальным содержанием холестерина и даже при низких его концентрациях [7, 8]. Изменения реагирования эндотелия с клетками

иммунной системы на уровне цитокинов являются ранним проявлением атерогенеза [2, 8]. Цитокиновый дисбаланс влияет на образование, рост атеросклеротической бляшки и вносит свой вклад в ее дестабилизацию с дальнейшим тромбообразованием. При этом известно, что в физиологических концентрациях IL-6, IL-1 β и TNF- α играют важную роль в регуляции иммунного ответа и тканевого гомеостаза, а в высоких концентрациях эти интерлейкины обладают эффектами, способствующими прогрессированию атеросклеротического процесса [8]. TNF α и IL1- β достоверно усиливают адгезию эндотелиальных клеток, при этом

IL-1 β только в высоких концентрациях достоверно стимулирует миграцию эндотелиальных клеток [1].

Подтверждена связь изменений уровней провоспалительных цитокинов с разной степенью стеноза, распространенностью, локализацией поражений, нестабильностью атеросклеротических бляшек [2, 8]. Однако аспекты цитокиновой регуляции атерогенеза остаются еще до конца не выясненными и часто противоречиво трактуются разными авторами [2, 8, 11]. Экспериментальная оценка воспалительного повреждения артериальной стенки с позиций местного и системного цитокинового дисбаланса, влияющего на процессы миграции, активации и пролиферации Т-лимфоцитов, макрофагов и гладкомышечных клеток, позволит выявить и обосновать применение иммуномодулирующей терапии в регуляции иммунного воспаления при атеросклерозе.

Крысы часто используются в моделировании гиперлипидемии (ГЛ) и артериальной гипертензии (АГ) как факторов риска атеросклероза [4, 5, 6, 9, 14]. Их приобретение и содержание относительно недорого, животные просты в обращении, хорошо размножаются в неволе. Из всех экспериментальных животных у них лучше всего изучен метаболизм [5, 14]. Разработка адекватной экспериментальной модели повреждения эндотелия является необходимым шагом в целях диагностики, профилактики и лечения атеросклероза. Учитывая особенности обменных процессов крыс, способствующие формированию их резистентности к жировой нагрузке, нами применено сочетание экзогенной гиперлипидемии, угнетение обменных процессов и артериальной гипертензии для создания наиболее выраженного атеросклеротического повреждения [4, 5, 6, 9].

Митилан – полисахаридный гликогеносподобный 1,4; 1,6- α -D-глюкан, выделенный из мидии *Srenomytilus grayanus*, производства ТИБОХ ДВО РАН. Обладает иммуномодулирующим, ранозаживляющим, гиполлипидемическим, противовоспалительным, УФ- и радиопротекторным эффектами, не токсичен. Производство биогликанов из мидии является экологически безопасным процессом, не требующим дорогостоящего оборудования и материалов. Мидийный отвар, необходимый для производства Митилана является отходом производства рыбоперерабатывающей промышленности. Физико-химические и биологические свойства Митилана подробно изучены в области косметологии. Долгое время этот биогликан применялся в составе косметических кремов, выпускаемых рядом предприятий

России. В экспериментальных исследованиях доказано, что преинкубация лимфоцитов с Митиланом способствует подавлению апоптоза клеток, существенно снижает уровень метаболитов NO [3, 10]. Препарат «Митилан» проявляет дозозависимое действие, в концентрации 10 мг/кг его противовоспалительная активность сравнима с действием нестероидного противовоспалительного препарата диклофенака (ортофена) в дозе 5 мг/кг. Митилан способен стимулировать перитонеальные макрофаги мышей, что выражается в увеличении лизосомальной активности клеток и в усилении формирования активных форм кислорода в них. Эти этапы предшествуют и сопутствуют процессу фагоцитоза макрофагами. Все это свидетельствует в пользу того, что исследуемый биогликан оказывает иммуномодулирующее воздействие на клеточное звено иммунитета [10].

Целью работы явилось: изучить влияние препарата «Митилан» на цитокиновый профиль и липидный спектр сыворотки крови крыс в модели экспериментального атеросклероза.

Материалом и методы исследования

Материалом исследования явились крысы линии Vistar – 30 голов, массой 350 г. Поставка крыс осуществлялась из вивария Тихоокеанского института биоорганической химии ДВО РАН, Владивосток. Опытная группа крыс – 20 голов, в течение 6 месяцев (180 суток), находились на диете с добавлением в корм холестерина, мерказолила – 1 мг/кг и витамина Д в количестве 2,5 МЕ на кг массы тела крыс (моделирование ГЛ) [4]. В целях создания АГ за 15 дней перед началом кормления животным была произведена операция: наложение лигатуры на почечную ножку правой почки нерассасывающимся шовным материалом и прошивание верхнего полюса левой почки (моделирование симптоматической реноваскулярной артериальной гипертензии), в модификации [13]. Животные опытной группы I – 10 крыс перед выведением из эксперимента получали препарат «Митилан» – per os в количестве – 10 мг, через день, в течение 1 месяца. Опытная группа II – 10 крыс не получали иммуномодулирующей терапии. Контролем являлись 10 здоровых крыс со стандартным рационом. Эвтаназию животных проводили путем декапитации под эфирным наркозом на 6 месяце эксперимента в соответствии с требованиями Европейской конвенции по защите экспериментальных животных 86/609 [12]. Содержание общего холестерина (ОХС); триглицеридов (ТГ); β -липопротеинов; липопротеинов низкой плотности (ЛПНП), липопротеинов очень низкой плотности (ЛПОНП), липопротеинов высокой плотности (ЛПВП) сыворотки крови исследовали с помощью стандартного колориметрического метода с использованием реагентов: «Ольвекс диагностикум» (Россия). Вычисляли индекс атерогенности (ИА) по формуле: общий холестерин – ЛПВП/ЛПВП. Определение цитокинов (TNF- α , IL-1 β , IFN- γ , IL-10) и MMP-9 в сыворотке крови крыс производили методом твердофазного иммуно-

ферментного анализа с использованием наборов: Rat «R&D Diagnostics Inc.», USA.

Развитие атеросклероза подтверждали с помощью метода магниторезонансной томографии (МРТ) (томограф «PharmaScan US 70/16» (Bruker, Германия)). Гистологические препараты аорты и бедренных артерий окрашивали гематоксилином/эозином и суданом-4 (метод Окамото). Для математической обработки полученных данных использовали программу StatPlus 2009. Сравнение средних значений в выборках осуществляли с помощью непараметрического критерия Вилкоксона-Манна-Уитни.

Результаты исследования и их обсуждение

В опытных группах крыс с помощью метода МРТ выявлено сужение просвета аорты, подвздошных и бедренных артерий, их неравномерное контрастирование. Гистоло-

гически в сосудах определялось изменение архитектоники эластических волокон, смещение ядер миоцитов на периферию, клеточная инфильтрация стенки, утолщение эндотелия, отложение в стенке жировых включений. Отмечена хорошая переносимость «Митилана» у животных. В группе крыс с применением Митилана изменения сосудов были менее выраженными.

У крыс ГЛ и АГ выявлено увеличение ОХС, β -липопротеинов, ЛПНП, ЛПОНП и ИА. Отмечена хорошая переносимость препарата Митилан у крыс. Применение иммуномодулятора способствовало достоверному снижению уровней ОХС, β -липопротеинов, ЛПНП и ИА, что подтверждает его гиполипидемические свойства [10] (табл. 1).

Таблица 1

Липидный спектр сыворотки крови крыс

Группы	ОХС ммоль/л	ТГ ммоль/л	ЛПВП ммоль/л	ЛПНП ммоль/л	ЛПОНП ммоль/л	β -липопротеины	ИА у.е.
Опытная группа I	2,6 (2,44–4,79) p1-p2 = 0,02	0,8 (0,8–1,4) p1-p2 = 0,14	1,1 (1,0–1,5) p1-p2 = 0,62	1,1 (0,7–2,1) p1-p2 = 0,01	0,4 (0,3–0,64) p1-p2 = 0,14	24,5 (22–37,2) p1-p2 = 0,02	1,3 (1,3–1,6) p1-p2 = 0,01
Опытная группа II	6,1 (5,5–7,22) p2-p3 = 0,009	0,6 (0,5–0,9) p2-p3 = 0,29	1,12 (1,0–2,1) p2-p3 = 0,17	4,2 (3,8–5,4) p2-p3 = 0,009	0,3 (0,2–0,4) p2-p3 = 0,29	54 (46,5–69,2) p2-p3 = 0,009	3,1 (2,7–4,4) p2-p3 = 0,009
Контрольная группа	2,2 (2,0–3,1) p1-p3 = 0,32	0,5 (0,4–0,7) p1-p3 = 0,02	1,5 (1,4–1,9) p1-p3 = 0,62	0,9(0,7–1,4) p1-p3 = 0,62	0,2 (0,2–0,3) p1-p3 = 0,02	12 (11,2–12,7) p1-p3 = 0,01	1,1 (0,9–1,2) p1-p3 = 0,62

Примечание. Данные представлены в виде Медианы, верхнего и нижнего квартилей. p1-p2 – достоверность различий между I и II опытными группами; p2-p3 – достоверность различий между II опытной группой (ГЛ + АГ) и контрольной группой крыс; p1-p3 – достоверность различий между I опытной группой (Митилан) и контрольной группой.

Выявлено увеличение уровня TNF- α , IL-1 β , IFN- γ и IL-10 в сыворотке крови крыс II группы, что согласуется с данными литературы о повышении содержания этих цитокинов при АГ и ГЛ (табл. 2) [2, 6, 8, 11]. Известно, что TNF- α , IL-1 β и IFN- γ индуцируют активацию макрофагов, способствуют формированию дефектов функции рецепторов к ЛПНП и стимулируют прогрессирование атеросклероза [4, 8, 10, 12]. IFN- γ способен существенно влиять на соотношение ХС и эфиров холестерина в сторону накопления последних, тормозит захват и удаление ХС из клеток с помощью ЛПВП, что приводит к трансформации макрофагов в пенистые клетки [11]. Увеличение значений IL-10 у крыс с ГЛ и АГ объясняет компенсаторное противовоспалительное действие цитокина в условиях повышенной жировой нагрузки и циркуляторной гипоксии при артериальной гипертензии. Данными литературы установлено, что IL-10 по принципу отрицательной обратной связи

вызывает замедление продукции провоспалительных цитокинов, подавляет экспрессию ICAM-1 и VCAM-1 в IL-1 β -активированных эндотелиальных клетках, снижает выработку IL-8 и IL-6, ингибирует TNF- α и TGF- β -индуцированную пролиферацию гладкомышечных клеток аорты человека [8, 11]. Другие источники подтверждают, что IL-10 подавляет активность макрофагов, стимуляцию эндотелия модифицированными липопротеинами и высвобождение металлопротеиназ из макрофагов (ответственных за нестабильность бляшки). Он также стимулирует синтез тканевого ингибитора металлопротеиназы-1 моноцитами [11].

При применении Митилана зафиксировано снижение уровней IFN- γ , IL-1 β и увеличение IL-10 (см. табл. 2). Не выявлено достоверных отличий между группами по содержанию MMP-9, изменения носили характер тенденции к увеличению ее уровня в группе с применением Митилана (см. табл. 2).

Таблица 2

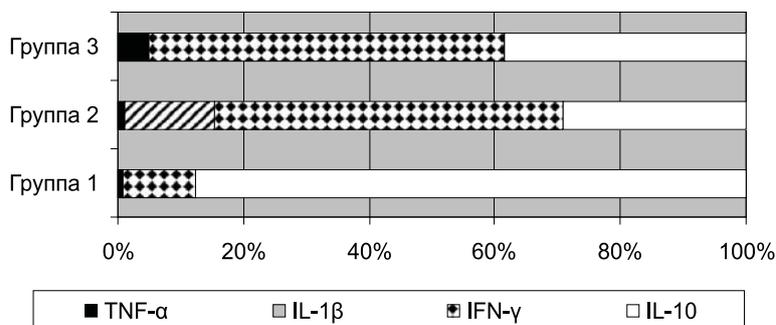
Содержание цитокинов (IL-1 β , IFN- γ , TNF- α , IL-10) и MMP-9 в сыворотке крови крыс

Группы	№ п/п	TNF- α , пг/мл	IL-1 β , пг/мл	IFN- γ , пг/мл	IL-10, пг/мл	MMP-9, нг/мл
Опытная группа I	1	0,4 (0,3–0,6) p1-p2 = 0,64	0,01 (0,01–1,8) p1-p2 = 0,08	4,4 (2,5–10,1) p1-p2 = 0,04	34,7 (22,4–106,8) p1-p2 = 0,06	32,1 (24,3–130,4) p1-p2 = 0,20
Опытная группа II	2	0,35 (0,3–0,5) p2-p3 = 0,01	4,3 (0,6–29,5) p2-p3 = 0,01	16,3 (13,9–23,9) p2-p3 = 0,08	8,7 (2,4–26,4) p2-p3 = 0,05	8,7 (8,1–93,5) p2-p3 = 1
Контрольная группа	3	0,27 (0,26–0,29) p1-p3 = 0,06	0,01 (0,01–0,01) p1-p3 = 0,32	3,2 (1,9–13,12) p1-p3 = 1	2,2 (2,1–2,7) p1-p3 = 0,01	13,9 (10,3–32,7) p1-p3 = 0,14

Примечание. Данные представлены в виде медианы, верхнего и нижнего квартилей. p1-p2 – достоверность различий между I и II опытными группами; p2-p3 – достоверность различий между II опытной группой (ГЛ + АГ) и контрольной группой крыс; p1-p3 – достоверность различий между I опытной группой (митилан) и контрольной группой.

Корреляционный анализ показал прямую зависимость между TNF- α и ЛПНП ($r = 0,9$; $p < 0,04$), IL-1 и ИА ($r = 1,0$; $p < 0,05$) и обратную связь между концентрацией IL-10 и ИА ($r = -0,9$; $p < 0,03$). В каждой группе животных рассчитывали цитокиновый профиль – удельный вес средних значений исследуемых цитокинов в их общей сумме, которую принимали за 100%. В профиле контрольной группы процент IFN- γ преобладал и составлял 56,6; 38,2% занимало содержание IL-10, при этом соотношение IL-10 к IFN- γ было равно 0,67; 4,8% приходилось на наличие TNF- α , тогда как процент IL-1 β был менее 0,5%. После 6-месячной жировой нагрузки и артериальной гипертензии в цитокиновом профиле происходило нарастание IL-1 β практически в 15 раз, его процентное содержание

стало составлять 14,6%, при этом отмечалось достоверное снижение доли TNF- α , показатель IFN- γ практически не менялся, а отношение IL-10 к IFN- γ снизилось и стало составлять 0,53 в связи с уменьшением уровня IL-10. Под воздействием Митилана значительно возрос процент противовоспалительного цитокина – IL-10 – до 88%, причем его доля стала в 2,3 раза выше, чем у контрольных крыс, и в 3 раза выше, чем в группе животных без Митилана. Соотношение IL-10 к IFN- γ при этом значительно увеличилось и стало составлять 7,5. Снизилось содержание TNF- α – в 4 раза по сравнению с контролем. Процентный показатель IFN- γ стал в 5 раз, чем у контрольных крыс и животных без назначения Митилана, а процент IL-1 β приблизился к 0 уровню (рисунки).



Цитокиновый профиль крови крыс с экспериментальным атеросклерозом и у контрольных животных

Заключение

Результаты исследования показали, что Митилан снижает степень выраженности воспалительного процесса при экспериментальном атеросклерозе и обладает способностью нормализовать показатели липидного обмена. Сочетание противовоспалительных и гиполипидемических свойств Митилана патогенетически обоснованны и позволяют использовать этот препарат для профилактики и комплексной

терапии атеросклероза. Необходимы дальнейшие исследования по изучению патогенетических свойств Митилана, разработке адекватных схем и режима его назначения для коррекции иммунных механизмов воспалительного процесса при атеросклерозе.

Список литературы

1. Амчиславский Е.И., Фрейдлин И.С. Влияние цитокинов на адгезионную и миграционную активность эндотелиальных клеток // Медицинская иммунология . – 2005. – Т. 7. – № 2–3. – С. 109.

2. Реакция цитокиновой сети больных с критической ишемией нижних конечностей на некоторые виды лечебно-воздействия / Н.В. Буркова, Ю.А. Эйнсмонт, С.П. Нохрин, С.В. Яковлев и др. // Медицинская иммунология. – 2006. – Т. 8, № 2–3. – С. 394–395.

3. Кипрюшина Ю.О., Одинцова Н.А. Лукьянов П.А. Влияние митилана на устойчивость к ультрафиолетовому облучению личинок морских беспозвоночных и лимфоцитов человека // Биология моря. – 2010. – Т. 36, № 4. – С. 297–302.

4. Кропотов А.В. Влияние цимикули даурской и калужницы лесной на некоторые показатели обмена липидов и половую систему (экспериментальное исследование): автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Владивосток, 1975. – 19 с.

5. Куликов В.А., Чиркин А.А. Особенности метаболизма липопротеинов у крыс // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. – 2004. – № 1. – С. 26–27.

6. Лобанова Е.Г., Караман Ю.К. Взаимосвязь липидных и иммунных нарушений на различных этапах развития экспериментальной гиперлипидемии // Медицинская иммунология. – 2011. – Т. 13, № 1. – С. 61–66.

7. Коррекция липидного обмена у пациентов с облитерирующим атеросклерозом сосудов нижних конечностей сульфатированным полисахаридом из бурой водоросли *Fucus Evanasceus* / К.В. Майстровский, Т.С. Запорожец, В.Г. Раповка, Т.Н. Звягинцева, Н.М. Шевченко // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2010. – № 4. – С. 47–50.

8. Рагино Ю.И. Уровни липидных и нелипидных биомаркеров в крови у мужчин с коронарным атеросклерозом в Новосибирске // Российский кардиологический журнал. – 2009. – № 2. – С. 31–35.

9. Санникова А.А., Чучкова Н.Н., Гайсина Э.Ш. Иммуномодулирующее действие глюкозаминилдипептида при измененном липидном обмене и атеросклерозе // Вестник уральской медицинской академической науки. – 2008. – № 1. – С. 64–66.

10. Биологически активные вещества из отходов переработки пищевой мидии / О.В. Черников, В.И. Молчанова, И.В. Чикаловец, П.А. Лукьянов, Г.К. Кондратьева // сб. матер. III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, (Челябинск, 11 дек. 2009 г.). – Челябинск, 2009. – С. 1–3.

11. Маркеры воспаления в процессе развития атеросклероза / А.П. Шаврин, Я.Б. Хомаева, В.А. Черешнев, Б.В. Головской // Кардиоваскулярная терапия и профилактика – 2009. – Т. 8, № 3. – С. 13–15.

12. European Convention for the Protection of Vertebrate Animals used for experimental and other scientific purposes. – Strasbourg: Council of Europe, 1986. – 51 p.

13. Helle F., Vagnes O.B. Iversen B.M. Angiotensin II-induced calcium signaling in the afferent arteriole from rats with two-kidney, one clip hypertension // Am. J. Physiol. Renal Physiol. – 2006. V. 291. – P. 140–147.

14. Oyedemi S.O., Yakubu M.T. Afolayan A.J. Effect of aqueous extract of *Leonotis leonurus* (L.) R. Br. leaves in male Wistar rats // Human and Experimental Toxicology. – 2010. – № 29. – P. 377–384.

References

1. Amchislavskij E.I., Frejdlin I.S. Vlijanie citokinov na adgezionnuju i migracionnuju aktivnost' jendotelialnyh kletok // Medicinskaja immunologija. 2005. T. 7. no. 2–3. pp. 109.

2. Burkova N.V., Jejnsmont Ju.A., Nohrin S.P., Jakovlev S.V. i dr. Reakcija citokinovoj seti bol'nyh s kriticheskoj ishe-

miej nizhnih konechnostej na nekotorye vidy lechebnogo vozdejstvija // Medicinskaja immunologija. 2006. T. 8, no. 2–3. pp. 394–395.

3. Kiprjushina Ju.O., Odincova N.A. Lukjanov P.A. Vlijanie mitilana na ustojchivost' k ul'traioletovomu oblucheniju lichinok morskih bespozvonocnyh i limfocitov cheloveka // Biologija morja. 2010. T. 36, no. 4. pp. 297–302.

4. Kropotov A.V. Vlijanie cimifugi daurskoj i kaluzhnicy lesnoj na nekotorye pokazateli obmena lipidov i polovuju sistemu (jeksperimental'noe issledovanie): Avtoref. dis. kand. med. Nauk. Vladivostok, 1975. 19 p.

5. Kulikov V.A., Chirkin A.A. Osobennosti metabolizma lipoproteinov u krys // Patologicheskaja fiziologija i jeksperimental'naja terapija. 2004. no. 1. pp. 26–27.

6. Lobanova E.G., Karaman Ju.K. Vzaimosvjaz lipidnyh i immunnyh narushenij na razlichnyh jetapah razvittija jeksperimental'noj giperlipidemii // Medicinskaja immunologija. 2011. T.13, no. 1. pp. 61–66.

7. Majstrovskij K.V., Zaporozhec T.S., Rapovka V.G., Zvjaginцева T.N., Shevchenko N.M. Korrekcija lipidnogo obmena u pacientov s obliterirujuvim aterosklerozom osudov nizhnih konechnostej sulfatirovannym polisaharidom iz buroj vodorosli *Fucus Evanasceus* // Tihookeanskij medicinskij zhurnal. 2010. no. 4. pp. 47–50.

8. Ragino Ju.I. Urovni lipidnyh i nelipidnyh biomarkerov v krovi u muzhchin s koronarnym aterosklerozom v Novosibirsk // Rossijskij kardiologicheskij zhurnal. 2009. no. 2. pp. 31–35.

9. Sannikova A.A., Chuchkova N.N., Gajsina Je.Sh. Immunomodulirujuwee dejstvie gljukozaminildipeptida pri izmenennom lipidnom obmene i ateroskleroze // Vestnik ural'skoj medicinskoj akademicheskoi nauki. 2008. no. 1. pp. 64–66.

10. Chernikov O.V., Molchanova V.I., Chikalovec I.V., Lukjanov P.A., Kondrat'eva G.K. Biologicheski aktivnyje vevstva iz othodov pererabotki piwevoj midii // sb. mater. III Vserossijskoj nauchno-prakticheskoi konferencii s mezhdunarodnym uchastiem, (Cheljabinsk, 11 dek. 2009 g.). Cheljabinsk, 2009. pp. 1–3.

11. Shavrin A.P., Hovaeva Ja.B. Chereshev V.A., Golovskoj B.V. Markery vospalenija v processe razvittija ateroskleroza // Kardiologicheskaja terapija i profilaktika 2009. T 8, no. 3. pp. 13–15.

12. European Convention for the Protection of Vertebrate Animals used for experimental and other scientific purposes. – Strasbourg: Council of Europe, 1986. 51 p.

13. Helle F., Vagnes O.B. Iversen B.M. Angiotensin II-induced calcium signaling in the afferent arteriole from rats with two-kidney, one clip hypertension // Am. J. Physiol. Renal Physiol. 2006. Vol. 291. pp. 140–147.

14. Oyedemi S.O., Yakubu M.T. Afolayan A.J. Effect of aqueous extract of *Leonotis leonurus* (L.) R. Br. leaves in male Wistar rats // Human and Experimental Toxicology. 2010. no. 29. pp. 377–384.

Рецензенты:

Кулаков Ю.В., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой госпитальной терапии ГБОУ ВПО ВГМУ, г. Владивосток;

Просекова Е.В., д.м.н., профессор, заведующая кафедрой биологической химии, клинической лабораторной диагностики, общей и клинической иммунологии ГБОУ ВПО ВГМУ, г. Владивосток.

Работа поступила в редакцию 09.08.2012.

УДК 579:61

**РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕНОТИПИРОВАНИЯ ШТАММОВ
STAPHYLOCOCCUS SPP., ВЫДЕЛЕННЫХ С КОЖИ ЛИЦ
С ХРОНИЧЕСКИМИ ДЕРМАТОЗАМИ**

¹Фалова О.Е., ¹Потатуркина-Нестерова Н.И., ²Ильина Е.Н.,
²Боровская А.Д., ²Парфенова Т.В.

¹ФГОУ ВПО «Ульяновский государственный технический университет»,
Ульяновск, e-mail: falova@rambler.ru;

²Научно-исследовательский институт физико-химической медицины, Москва

Проведен анализ результатов микробиологических исследований в отношении штаммов стафилококков, взятых с пораженных и чистых участков кожи пациентов, страдающих хроническими дерматозами (псориаз, экзема, атопический дерматит). Полученные данные подтверждают высокую степень обсемененности пораженных участков кожи бактериями рода *Staphylococcus* spp., в частности, золотистым стафилококком. Методами полимеразно-цепной реакции произведено генотипирование выделенных штаммов. Сравнительный анализ хромосомной ДНК стафилококков показал, что *Staphylococcus* spp. обнаруживают значительную вариабельность в наборе генетических детерминант, характеризующих их патогенный потенциал. Кассета устойчивости к метициллину *mecA* была обнаружена в 8,1% случаев только среди коагулазонегативных стафилококков. Штаммы, изолированные с разных участков кожи, значимо отличались по частоте обнаружения маркеров генов энтеротоксинов А, С и I.

Ключевые слова: стафилококк, генотипирование, устойчивость к метициллину

**CHRONIC DERMATOSIS PERSONS
SKIN'S STAPHYLOCOCCUS SPP. GENOTYPING RESULTS**

¹Falova O.E., ¹Potaturkina-Nesterova N.I., ²Ilina E.N., ²Borovskaya A.D., ²Parfenova T.V.

¹Ulyanovsk state technical university, Ulyanovsk, e-mail: falova@rambler.ru;

²Physical and chemical medicine research institute, Moscow

The analysis of microbiological researches results concerning staphylococcus strains, being taken from struck and pure skin sites of patients with chronic dermatosis (psoriasis, eczema, atopic dermatitis) is carried out. The obtained data confirm high degree of *Staphylococcus* spp. at struck sites of skin, in particular *Staphylococcus aureus*. Allocated strains were genotyped by polymerase chain reaction methods. The comparative analysis of *Staphylococcus* spp. chromosomal DNA showed considerable variety in genetic determinants, characterizing their pathogenic potential. The *mecA* (*Staphylococcal Cassette Chromosome to methicillin*) was found in 8,1% of cases only among koagulazonegative staphylococcus. *Staphylococcus* spp. strains isolated from different skin sites, were differed on frequency enterotoxines A, C, I markers gene detection.

Keywords: staphylococcus spp., genotyping, methicillin resistance

В последние годы не угасает интерес к эпидемиологии стафилококков как этиологических агентов многих инфекционных заболеваний, поскольку стафилококковое бактерионосительство служит причиной формирования серьезных осложнений в условиях госпитализации.

Особую актуальность этот вопрос приобретает в связи с широким распространением и циркуляцией как в природной популяции, так и госпитальной среде метициллинрезистентных штаммов золотистого стафилококка (*MRSA*). Принципиально важным для дифференциации таких штаммов является исследование генных комплексов, входящих в состав стафилококковых хромосомных кассет *mec* (*staphylococcal chromosome cassette mec*, *SCCmec*), а также определение генов, детерминирующих синтез энтеротоксинов А, В, С и др., токсина синдрома токсического шока (TSST).

Проведенные некоторыми авторами исследования выявили, что *S. aureus* принадлежит к гетерогенным и полиморфным

видам, у которых не только гены антибиотикорезистентности, но и многие гены патогенности присутствуют в хромосоме в составе геномных островов различных типов: островов «патогенности», стафилококковых хромосомных кассет (SCC), профагов. В разных штаммах эти генетические элементы характеризуются различной степенью мобильности. Генетическое разнообразие внутри вида является следствием горизонтального переноса генов, расположенных на мобильных генетических элементах (МГЭ).

Для большинства стафилококков естественной средой обитания является поверхность кожи человека, слизистые, где они персистируют, не причиняя вред организму хозяина. Однако, как показывают работы последних лет [1, 3], при хронических дерматозах происходят изменения микробиоценозов кожи, в частности, возрастает степень обсемененности кожи представителями рода *Staphylococcus*, особенно *S. aureus*. В этой связи встает вопрос об этиопатогене-

нетической роли этих бактерий в развитии кожных патологий. Поскольку основными поражающими факторами воздействия стафилококков на эукариотические клетки и ткани являются секретлируемые факторы вирулентности и патогенности (токсины), целью настоящей работы явилось исследование вариабельности геномных комплексов стафилококков, выделенных с кожи людей при хронических дерматозах.

Материал и методы исследования

Бактериальные штаммы. В работе были использованы 185 штаммов стафилококков, из них – 91 штамм *S. aureus* (49,1%), полученные от лиц в возрасте от 18 до 80 лет, находящихся в стационаре областного кожно-венерологического диспансера г. Ульяновска с хроническими дерматозами: псориаз (57/144, 39,6%), экзема (68/144, 47,2%), атопический дерматит (19/144, 13,2%).

Забор материала осуществляли с пораженных и интактных участков кожи ватным тампоном, смоченным 0,85% раствором хлористого натрия. Смывы в количестве 0,1 мл засеивали на селективные питательные среды, через 48 часов подсчитывали количество выросших колоний и пересчитывали на 1 см² кожи (Иванов, 1984). Результаты пересчитывали на КОЕ/см². Первичную родовую и видовую идентификацию стафилококков осуществляли на основании морфологии колоний, окраски по Граму, данных каталазного и коагулазного тестов. Качественное и количественное исследование микробиоценозов кожи осуществляли на базе бактериологической лаборатории городской клинической больницы № 1 г. Ульяновска (зав. лабораторией – Волгина Т.И.). Полученные данные подвергали статистической обработке с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel 2003.

Видовая идентификация стафилококков прямым масс-спектрометрическим профилированием. Свежие бактериальные клетки (1–2 колонии) переносили в 300 мкл деионизированной воды, перемешивали и добавляли 900 мкл этанола. Осадок после центрифугирования (15 мин×14000 об/мин) растворяли в 20 мкл смеси 50% ацетонитрила (АЦН), 35% муравьиной кислоты. Полученный в результате последующего центрифугирования супернатант анализировали времяпрелетной МАЛДИ масс-спектрометрией. Все использованные реактивы, включая воду, были аналитической чистоты или специальные для масс-спектрометрии.

В качестве матрицы применяли α-циано-4-гидроксикоричную кислоту (α-cyano-4-hydroxycinnamic acid, α-CHCA, BrukerDaltonics, Германия) в виде насыщенного раствора в смеси 50% АЦН, 2,5% трифторуксусной кислоты (ТФУ). Для сокристаллизации матрицы и образца 1 мкл аналита наносили на ячейки стальной мишени для масс-спектрометрии (MSP 96 target ground steel, BrukerDaltonics, Германия), давали подсохнуть 1–2 минуты и сверху наслаивали 2 мкл насыщенного раствора матрицы. Кристаллы оставляли на воздухе в течение 5–10 мин до полного высыхания. Влажность и температуру при этом не контролировали.

Масс-спектрометрический анализ осуществляли с помощью времяпрелетного МАЛДИ масс-спектрометра MicroflexTM (BrukerDaltonics, Гер-

мания), оснащенного азотным лазером 337 нм. Все измерения проводили в линейном режиме, детектируя положительные ионы. Для накопления масс-спектров мощность лазерного излучения устанавливали на уровне минимального порогового значения, достаточного для десорбции-ионизации образца. Параметры масс-спектрометра оптимизировали для диапазона m/z от 2000 до 20000. Внешнюю калибровку проводили с использованием точных значений масс известных белков *E. coli*.

Для записи, обработки и анализа масс-спектров использовали программное обеспечение компании Bruker Daltonics (Германия): flexControl 2.4 (Build 38) и flexAnalysis 2.4 (Build 11). Точность измерения масс составляла ± 2 Да. Видовую идентификацию бактерий проводили путем сопоставления получаемых масс-спектров с имеющимися базами данных с помощью программного пакета MALDI Biotyper 2.0 (Bruker Daltonics, Германия).

Генетическое тестирование стафилококков

Выделение геномной ДНК стафилококков проводили с использованием набора «Политуб» (ГУ-9398-410-17253567-97) (ООО НПФ Литех, Россия) в соответствии с прилагаемыми инструкциями. Для типирования стафилококковой хромосомной кассеты *tes* применяли мультипраймерную ПЦР с использованием праймеров к *tes* комплексу и *ccr* комплексу. Праймеры и условия реакций были описаны ранее [5, 6, 7, 8, 9, 10].

Для установления наличия генов, детерминирующих синтез стафилококковых энтеротоксинов (гены *sea* – *sed*, *sei* – *sej*), токсина синдрома токсического шока (ген *tsst*) и лейкоцидина (гены *lukS* – *lukF*) применена традиционная ПЦР с использованием предложенных ранее праймеров [9, 10].

Аmplификацию исследуемых фрагментов ДНК выполняли в реакционной смеси, содержащей 10 mM Tris-HCl, pH 9,0; 50 mM KCl; 2 mM MgCl₂, по 250 мкМ каждого дНТФ, 1 едTaq-полимеразы (Promega, USA) и по 10 пмоль каждого праймера в объеме 25 мкл. Реакцию амплификации проводили в программируемом термостате DNA EngineTetrad 2 (MJ Research, USA), используя следующий профиль амплификации: 94°C – 5 мин., 30 циклов: 94°C – 1 мин, 60°C – 1 мин, 72°C – 1 мин. Продукты реакции анализировали в 2% агарозном геле.

Результаты исследования и их обсуждение

Согласно данным бактериологического и масс-спектрометрического тестирования установлен видовой состав стафилококков, выделяемых от пациентов с дерматитами. Среди проанализированных 185 штаммов, 91 штамм (49,1%) принадлежал к виду *S. aureus*, 28 штаммов (15,1%) – к *S. epidermidis*, 30 штаммов (16,2%) составили *S. hominis*, 18 (9,7%) штаммов – *S. haemolyticus*, *S. capitis* – 4 (2%), на такие виды как *S. saprophyticus*, *S. warneri*, *S. pattenkoferi* приходилось по 0,5%. Также результаты генетического типирования показали наличие среди выделенных штаммов *Micrococcus luteus* и *Corynebacterium aurum* в 0,5% случаев.

Исследуемые штаммы продемонстрировали наличие гена *tecA* в 15 случаях из 185 (8,1%), причем данный признак был обнаружен только среди коагулазоотрицательных стафилококков: *S. hominis* – 7 штаммов из 30 (23,3%); *S. epidermidis* – 4 штамма из 28 (14,3%); *S. haemolyticus* – 4 штамма из 18 (22,2%).

Наличие стафилококковой хромосомной кассеты SCC_{mec} у коагулазоотрицательных стафилококков, по мнению некоторых авторов [4], свидетельствует о ее участии в функции горизонтального обмена генами. Считается, что первыми стафилококками, получившими SCC_{mec}, были *S. haemolyticus*, и только в последующем произошла передача этого элемента другим коагулазоотрицательным стафилококкам и *S. aureus* [2].

Полученные результаты по отсутствию гена *tecA* среди изученных штаммов *S. aureus* согласуются с данными литературы. Собранные нами штаммы относятся к внебольничной популяции стафилококков, среди которых процент устойчивых к метициллину штаммов составляет не более 30%, тогда как ген *tecA*, кодирующий устойчивость к метициллину, обнаруживается преимущественно среди госпитальных стафилококков – до 40%.

С учётом значительной разницы в уровне сочетанной устойчивости у MSSA и MRSA необходимо отдельно наблюдать за динамикой резистентности этих популяций, чтобы избежать ошибочных выводов о «нарастании резистентности» к широкому спектру антибиотиков среди всех штаммов *S. aureus*.

Следующую группу молекулярных маркеров составили расположенные на МГЭ гены, детерминирующие синтез энтеротоксинов А, В, С и др., токсина синдрома токсического шока, т.е. те гены, продукты которых обладают суперантигенной активностью (PTSAgs) и могут оказать влияние на состояние иммунореактивности макроорганизма. Определение наличия генов PTSAgs позволяет выявить патогенный потенциал и охарактеризовать отдельные штаммы. Проведенные исследования показали наличие генов, детерминирующих токсинообразование стафилококков у 40,5% изученных штаммов (75 клинических изолятов). Следует отметить, что частота встречаемости указанных генов у штаммов золотистого стафилококка составила 86,7%, у коагулазоотрицательных штаммов – 13,3% случаев.

Обнаружена значительная вариабельность в наборе генов, детерминирующих синтез этих токсинов у клинических изоля-

тов стафилококков. Так, изученные штаммы имели от одного до четырех генов в различных сочетаниях. В геноме 35 изолятов обнаружен только один ген из *sea* – *sei*. У 20 штаммов преобладали по два гена и у 20 – от трех до четырех генов. При этом установлено, что коагулазоотрицательные штаммы, несущие *tecA*, не обладали ни одним из перечисленных генов. В целом из общего количества генетических детерминант токсинообразования преобладали гены *seg* – 26,8%, *seh* – 17,1% случаев.

Исходя из значительной видовой вариабельности грамположительной флоры в микробиоценозе кожи исследуемых больных, была проанализирована частота встречаемости генов, определяющих токсинообразование стафилококков в зависимости от видовой принадлежности штаммов.

Так, наибольшим разнообразием генов обладали штаммы золотистого стафилококка, среди которых преобладал ген *seg*. В связи с тем, что среди коагулазоотрицательных штаммов стафилококков наибольшую частоту встречаемости показали гемолитический и эпидермальный стафилококки, а доля остальных оказалась незначительна, то анализ генов, детерминирующих токсинообразование, осуществляли только у этих видов стафилококков, что показало у *S. haemolyticus* наличие только генов *seb* и *sed*, у эпидермального стафилококка только *seh*.

Значительный интерес представлял анализ полученных результатов в зависимости от участка кожи, с которого были выделены микроорганизмы. В соответствии с этим все полученные штаммы разделили на две группы: 1-я – штаммы, выделенные с чистых участков кожи, 2-я – штаммы, выделенные с пораженных участков кожи (рис. 1).

Таким образом, наиболее значимые различия по частоте встречаемости детерминант токсинообразования можно отметить для генов *sea* (14,7% в 1-й группе и 7,3% во 2-й) и *sei* (11,7% в первой группе, 19,1% – во второй). Причем ген *sea* достоверно чаще обнаруживался в стафилококках, изолированных на чистых участках кожи, тогда как ген *sei* – на пораженных. Частота встречаемости данного признака в указанных группах в зависимости от вида микроорганизмов показала различия только для *S. aureus* (рис. 2). Для остальных видов из рода *Staphylococcus*, наиболее часто обнаруживаемых на коже, результаты следующие: *S. epidermidis* показал ген энтеротоксина *sei* в одном случае с чистого участка кожи. А *S. haemolyticus* – наличие 1 случая из двух, наличие гена *sed* – в одном из четырех случаев.

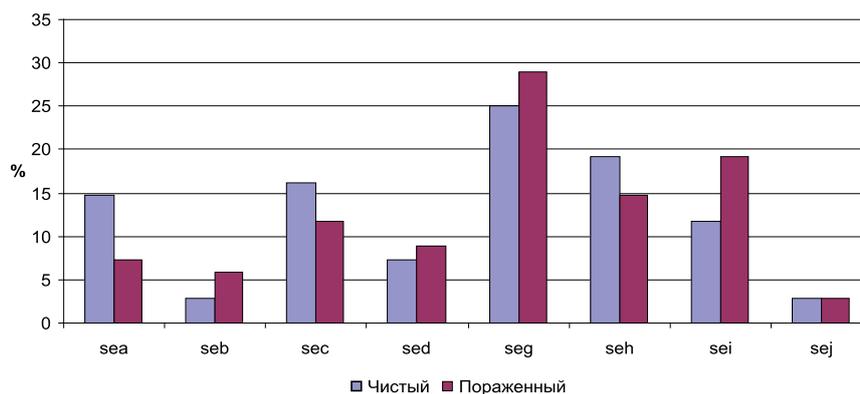


Рис. 1. Частота встречаемости энтеротоксинов a, b, c, d, g, h, i, j в зависимости от участка кожи

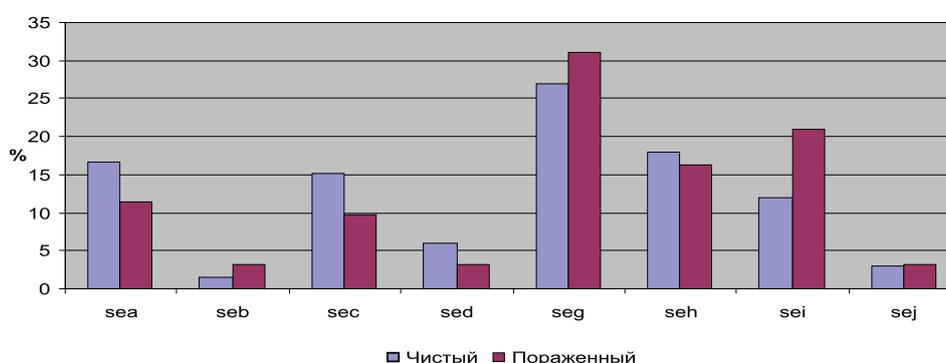


Рис. 2. Частота встречаемости детерминант токсинообразования у *S. aureus*, выделенных с чистого и пораженного участка кожи

Ген TSSST обнаружен только в 10,8% случаев от всего количества исследуемых штаммов, причем в двух случаях параллельно с наличием хромосомной кассеты *tecA* у *S. epidermidis*. При этом в 55% случаев ген TSSST обнаруживали у штаммов, выделенных с чистых участков кожи, в 45% случаев – с пораженных участков.

Выводы

Сравнительный анализ хромосомной ДНК стафилококков, выделенных при хронических кожных патологиях, показал, что изученные штаммы *Staphylococcus spp.* обнаруживают значительную вариабельность в наборе генетических детерминант, характеризующих их патогенный потенциал.

Кассета *tecA*, рассматриваемая как фактор устойчивости к метициллину, была обнаружена в 8,1% случаев и только среди коагулазоотрицательных стафилококков.

Гены токсинообразования наиболее часто встречались среди коагулазоположительных стафилококков (*S. aureus*). Наиболее часто в проанализированной выборке встречались гены *seg* – 26,8%, и *seh* – 17,1% случаев.

Штаммы, изолированные с разных участков кожи, значимо отличались по частоте обнаружения маркеров генов энтеротоксинов A, C и I.

Таким образом, молекулярно-генетический анализ ДНК и генотипирование стафилококков может иметь теоретическое и практическое значение в целях обеспечения более качественной диагностики стафилококковой инфекции, эффективного мониторинга и лечения.

Список литературы

1. Кострыкина Л.Н., Иванова Н.А., Шабалов Н.П. Клинико-анамнестические и лабораторные особенности атопического дерматита у детей с рецидивирующими инфекциями кожи и подлежащих тканей // Медлайн. Т. 8. – Дерматология. – 2007. – С. 337–348.
2. Сидоренко С.В., Тишков В.И. Молекулярные основы устойчивости к антибиотикам // Успехи биологической химии. Т. 44. – 2004. – С. 263–306.
3. Мониторинг стафилококковой микрофлоры кожи у больных атопическим дерматозом / Л.В. Текучёва, Е.В. Зайцева, В.Г. Арзуманян, Р.М. Темпер // вестник дерматологии и венерологии. – 2006. – № 5. – С. 43–45.
4. Шляпников С.А., Сидоренко С.В. Резистентные штаммы *Staphylococcus aureus* – растущая проблема в лечении инфекций мягких тканей // Инфекции в хирургии. – Т. 8. – 2010. – № 3. – С. 40–46.

5. Ito, T., Katayama Y., Hiramatsu K. Cloning and nucleotide sequence determination of the entire *mec* DNA of pre-methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* N315. *Antimicrob // Agents Chemother.* – 1999. – № 43. – P. 1449–1458.

6. Katayama Y., Ito T., Hiramatsu K. A new class of genetic element, staphylococcus cassette chromosome *mec*, encodes methicillin resistance in *Staphylococcus aureus* // *Antimicrob. Agents Chemother.* – 2000. – № 44. – P. 1549–1555.

7. Ito T., Katayama Y., Asada K. et al. Structural comparison of three types of staphylococcal cassette chromosome *mec* integrated in the chromosome in methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Antimicrob // Agents Chemother.* – 2001. – № 45. – P. 1323–1336.

8. Ito T., Ma X.X., Takeuchi F. et al. Novel type V staphylococcal cassette chromosome *mec* driven by a novel cassette chromosome recombinase, *ccrC*. *Antimicrob // Agents Chemother.* – 2004.

9. Oliveira D.C., Lencastre H. Multiplex PCR strategy for rapid identification of structural types and variants of the *mec* element in methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Antimicrob // Agents Chemother.* – 2002. – № 46. – P. 2155–2161.

10. Zhang K., McClure J.A., Elsayed S et al. Novel multiplex PCR assay for characterization and concomitant subtyping of staphylococcal cassette chromosome *mec* types I to V in methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* // *J Clin Microbiol.* – 2005. – № 43. – P. 5026–5033.

5. Ito T., Katayama Y., Hiramatsu K. 1999. Cloning and nucleotide sequence determination of the entire *mec* DNA of pre-methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* N315. *Antimicrob. Agents Chemother.* 43:1449–1458

6. Katayama Y., Ito T., Hiramatsu K. 2000. A new class of genetic element, staphylococcus cassette chromosome *mec*, encodes methicillin resistance in *Staphylococcus aureus*. *Antimicrob. Agents Chemother.* 44:1549–1555.

7. Ito T., Katayama Y., Asada K. et al. 2001. Structural comparison of three types of staphylococcal cassette chromosome *mec* integrated in the chromosome in methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Antimicrob. Agents Chemother.* 45:1323–1336.

8. Ito T., Ma X.X., Takeuchi F. et al. 2004. Novel type V staphylococcal cassette chromosome *mec* driven by a novel cassette chromosome recombinase, *ccrC*. *Antimicrob. Agents Chemother.*

9. Oliveira D.C., Lencastre H. 2002. Multiplex PCR strategy for rapid identification of structural types and variants of the *mec* element in methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Antimicrob. Agents Chemother.* 46:2155–2161.

10. Zhang K., McClure J.A., Elsayed S. et al. Novel multiplex PCR assay for characterization and concomitant subtyping of staphylococcal cassette chromosome *mec* types I to V in methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *J Clin Microbiol* 2005; 43: 5026–5033.

References

1. Kostrykina L.N., Ivanova N.A., Shabalov N.P. Kliniko-anamnestichekie i laboratornye osobennosti atopicheskogo dermatita u detej s recidivirujuschimi infekcijami kozhi i podlezhazhchikh tkanei. *Medlajn. T.8., Dermatologiya.* 2007. pp. 337–348.

2. Sidorenko S.V., Tishkov V.I. Molekulyarnye osnovy us-toichivosti k antibiotikam. *Uspekhi biologicheskoi himii. T 44.* 2004. pp. 263–306.

3. Tekuchova L.V., Zaiceva E.V., Arzumanyan V.G., Temper R. M. Monitoring stafilokokkovoi mikroflory kozhi u bolnykh atopicheskim dermatozom. – *vestnik dermatologii i venereologii.* 2006. no. 5. pp. 43–45.

4. Shlyapnikov S.A., Sidorenko S.V. Rezistentnye shtammy *Staphylococcus aureus* – rastuschya problema v lechenii infekcii mlygkikh tkanei – *Infekcii v hirurgii, t8,* 2010. no. 3. pp. 40–46.

Рецензенты:

Нестеров А.С., д.м.н., профессор, зав. Циклом кожных и венерических болезней кафедры инфекционных и кожно-венерических болезней медицинского факультета Ульяновского государственного университета, г. Ульяновск;

Ильина Н.А., д.б.н., первый проректор, проректор по научной работе, профессор, ФГБОУ «Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова», г. Ульяновск.

Работа поступила в редакцию 30.08.2012.

УДК 574.474; 579.64

СОСТОЯНИЕ МИКРОБОЦЕНОЗА ПОЧВЫ ПОСЛЕ ПРИМЕНЕНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ *PSEUDOMONAS CHLORORAPHIS* SUBSP. *AUREOFACIENS* (*PSEUDOMONAS AUREOFACIENS*)

Хархун Е.В., Полякова А.В., Внук В.В., Ким Д.А.

ФГАОУ ВПО «Южный федеральный университет»,

Ростов-на-Дону, e-mail: baranovaev27@rambler.ru

Традиционно распространена технология обработки семян зерновых культур фунгицидами перед посевом. Однако в современных методиках возделывания все активнее используют биопрепараты, не нарушающие экологического равновесия в почве и не загрязняющих окружающую среду. На сегодняшний день наибольшее распространение получила жидкая форма биопрепаратов. В данной работе кроме жидкой формы биопрепарата использовали три носителя (перлит, вермикулит и торф). Представлены результаты исследований по изучению состояния микробиоценоза почвы после применения препаратов биологической и химической природы. Показано, что биопрепараты на основе *Pseudomonas chlororaphis* subsp. *aureofaciens* не нарушают экологической целостности микробиоценоза в сравнении с исследуемым химическим препаратом «Дивиденд Стар». Установлено, что при использовании биопрепарата на основе перлит 1 зафиксирован более высокий уровень микробиологических процессов среди всех опытных препаратов.

Ключевые слова: биопрепарат, *Pseudomonas chlororaphis* subsp. *aureofaciens*, микробиоценоз, перлит, жидкая форма

STATUS OF SOIL'S MICROBIOCENOSIS AFTER USING OF BIOPREPARATIONS THAT BASED ON *PSEUDOMONAS CHLORORAPHIS* SUBSP. *AUREOFACIENS* (*PSEUDOMONAS AUREOFACIENS*)

Kharkhun E.V., Polaykova A.V., Vnukov V.V., Kim D.A.

Southern federal university, Rostov-on-Don, e-mail: baranovaev27@rambler.ru

A technology for seeds processing of grain crops before sowing by fungicides is traditionally widespread. However, use of biopreparations is more active in modern methods of cultivation. Because biopreparations don't violate the ecological balance and biopreparations don't pollute the environment. Liquid form of biopreparation is most widely using nowadays. Except of liquid form of biopreparation three mediums (perlite, vermiculite, peat) were use in this work. It's represented the researching results of changing status of soil's microbiocenosis after using of different biopreparations of biological and chemical origin. It's shown, that biopreparations, which based on *Pseudomonas chlororaphis* subsp. *aureofaciens*, do not violate the environmental integrity of microbiocenoses in comparing with researched chemical preparation «Dividend Star». It's ascertained, that more high level of microbiological processes is fixed with use of biopreparation, which based on perlite 1, among all experimental preparations.

Keywords: biopreparation, *Pseudomonas chlororaphis* subsp. *aureofaciens*, microbiocenosis, perlite, liquid form

В настоящее время все более актуальным становится разработка систем интегрированной биологической защиты и стимуляции роста растений, не нарушающих экологического равновесия в почве и не загрязняющих окружающую среду. Особое внимание уделяется изучению микробиологических процессов, протекающих в почве, в ризосфере растений, и использованию ризосферных бактерий в качестве агентов контроля различных заболеваний сельскохозяйственных культур [8]. Агротехнические приемы возделывания различных сельскохозяйственных культур – ежегодная обработка почвы, использование химических фунгицидов и т.д., изменяют условия почвенной среды, что оказывает влияние, в первую очередь, на микробиоценоз агрогенных почв [9].

Почва, пронизанная корневой системой растений, представляет собой сложную экологическую нишу, заселенную полезными, вредными и нейтральными для растений микроорганизмами [3]. Активная секреция

клетками корня различных веществ обеспечивает питательными субстратами микроорганизмы, образующие с ним прочные ассоциации как внутри корневых тканей, так и на корневой поверхности (ризоплане), а также в почве, непосредственно окружающей корни (ризосфере). В ризосфере много грам-отрицательных бактерий, среди которых, в свою очередь, преобладают флуоресцирующие виды бактерий рода *Pseudomonas*, такие как *P. putida*, *P. fluorescens*, *P. aureofaciens* (*chlororaphis*), *P. corrugate* и др. Некоторые штаммы этих бактерий способствуют значительному улучшению роста и развития растений. Они используются для создания биопрепаратов (содержащих живые клетки этих бактерий), защищающих растения от фитопатогенов, стимулирующих их рост и повышающих продуктивность растений [4].

Целью данной работы явилось изучение влияния биопрепарата на основе *Pseudomonas chlororaphis* subsp. *aureofaciens* (*Pseudomonas aureofaciens*) на состояние ми-

креброценоза почвы, а также сравнение действий экспериментальных биопрепаратов и химического препарата на количественный состав микробного пула почвы.

Материал и методы исследования

Для исследования из коллекции музея лаборатории микробиологии факультета биологических наук ЮФУ брали штамм бактерий *Pseudomonas chlororaphis subsp. aureofaciens* (*Pseudomonas aureofaciens*), выделенный в 2009 году из почв промышленной зоны города Ростова-на-Дону. Данный штамм непатогенных псевдомонад обладает высокой биологической активностью по отношению к фитопатогенным грибам [2].

Экспериментальные партии биопрепарата получали глубинным культивированием бактерий *Pseudomonas chlororaphis subsp. aureofaciens* в колбах при температуре 27°C в течение 2 суток на оптимизированных питательных средах № 1 и № 2. Титр готового бактериального препарата составил $6,0 \pm 0,08 \cdot 10^9$ кл/мл. Изучили эффективность следующих форм биологических препаратов: жидкая форма 1, жидкая форма 2, торф 1, торф 2, вермикулит 1, вермикулит 2, перлит 1 и перлит 2.

Полевые исследования проводили на опытном участке в Ботаническом саду Южного Федерального университета. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный. Перед севом семена обрабатывали биопрепаратами вручную в жидкой форме в норме 1 л/т. Экспериментальные образцы биологических препаратов на носителях вносили по 50 г на 1 м². В качестве химического препарата был взят «Дивиденд Стар», который вносили в соответствии с рекомендованными нормами расхода (10 л рабочего раствора на тонну семян). «Дивиденд Стар» – комбинированный протравитель для защиты семян зерновых колосовых культур от грибных заболеваний, распространяющихся с семенами и почвой. Контроль – семена без обработки.

Микробиологические исследования проводили в день отбора проб, параллельно осуществляя определение влажности почвы [5].

Отбор почвенных образцов осуществляли с глубины 0–20 см после уборки ячменя. Отбор образцов производили методом «конверта» с помощью ножа, который перед взятием пробы многократно втыкали в почвенный горизонт. Образцы отбирали в стерильные

полиэтиленовые мешки. После отбора индивидуальных образцов готовили среднюю пробу.

Для выделения и учета основных физиологических групп микроорганизмов использовали метод посева на агаризованные питательные среды: бактерии – на мясопептонный агар (посев глубинный), актиномицеты – на крахмалоаммиачный агар (посев поверхностный). Численность исследуемых групп выражали в КОЕ/г почвы. Относительное содержание свободноживущих аэробных азотфиксаторов определяли методом обрастания почвенных комочков на среде Эшби и выражали в процентах [6].

Из санитарно-гигиенических показателей оценивался коли-титр и количество термофильных бактерий. Коли-титр определялся прямым поверхностным посевом почвенной суспензии на среду Эндо с последующим учетом последнего разведения, дающего рост колиформных бактерий. Учет термофильных сапрофитных микроорганизмов производили на мясопептонном агаре после инкубации в течение 24 ч при температуре 50°C и выражали в КОЕ/г почвы [7].

Результаты исследования и их обсуждение

Традиционно распространена технология обработки семян зерновых культур фунгицидами перед посевом. Однако в современных методиках возделывания все активнее используют биопрепараты. На мировом рынке наибольшее распространение получила жидкая форма препарата, но биопрепараты на носителях удобнее для транспортировки и хранения. Поэтому в данной работе кроме жидкой формы биопрепарата использовали три носителя (перлит, вермикулит и торф).

В ходе анализа полученных данных нами выявлено, что численность бактерий во всех опытных образцах достоверно превышала контрольное значение (рис. 1). То есть самый низкий показатель зафиксирован в почве контрольного варианта – $0,14 \pm 0,015 \cdot 10^5$ КОЕ/г почвы. В варианте «Химический препарат» численность гетеротрофов превышала контроль незначительно, всего в три раза.

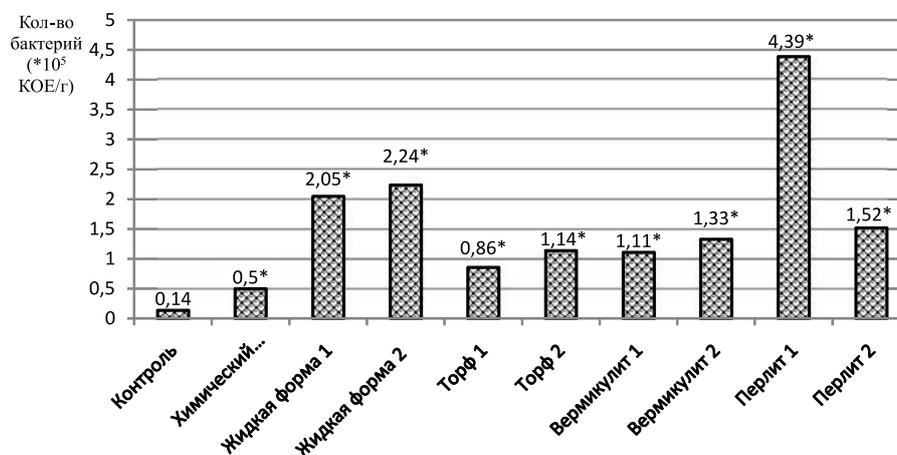


Рис. 1. Численность бактерий в почве после уборки ярового ячменя.
* – достоверные значения при $p \leq 0,05$

Максимальный показатель численности бактерий зафиксирован в почве, отобранной после применения биопрепарата «Перлит 1». Численность бактерий в этом варианте составила $4,39 \pm 0,13 \cdot 10^5$ КОЕ/г почвы, т.е. в 31,4 раза больше, чем в почве контрольного варианта, и в 8,8 раза превышала численность бактерий после применения химического препарата. На участках с препаратами на основе жидких форм этот показатель ниже и составил $2,05 \pm 0,35 \cdot 10^5$ КОЕ/г почвы у «Жидкой формы 1» и $2,24 \pm 0,18 \cdot 10^5$ КОЕ/г почвы у «Жидкой формы 2», однако в четыре раза выше, чем в почве, обработанной химическим препаратом.

Таким образом, для популяции гетеротрофных бактерий применение всех форм экспериментальных биопрепаратов оказы-

вает позитивное влияние. Лучшей формой биопрепарата оказался «Перлит 1».

Численность актиномицетов в отличие от предыдущей группы в трех вариантах опыта, таких как «Химический препарат», «Торф 2» и «Вермикулит 2», ниже, чем у контрольного варианта. Минимальное количество актиномицетов зафиксировано на участке с химическим препаратом – $4,98 \pm 0,25 \cdot 10^5$ КОЕ/г. Видимо, данный препарат обладает не только явным выраженным фунгицидным действием, но и подавляет мицелиальные прокаротиические организмы.

Биопрепарат на носителе перлит 1 оказывает самое позитивное влияние на состояние популяции актиномицетов. В его присутствии их численность равна $16,90 \pm 4,5 \cdot 10^5$ КОЕ/г почвы, т.е. выше в 2,55 раза, чем в почве контрольного варианта (рис. 2).

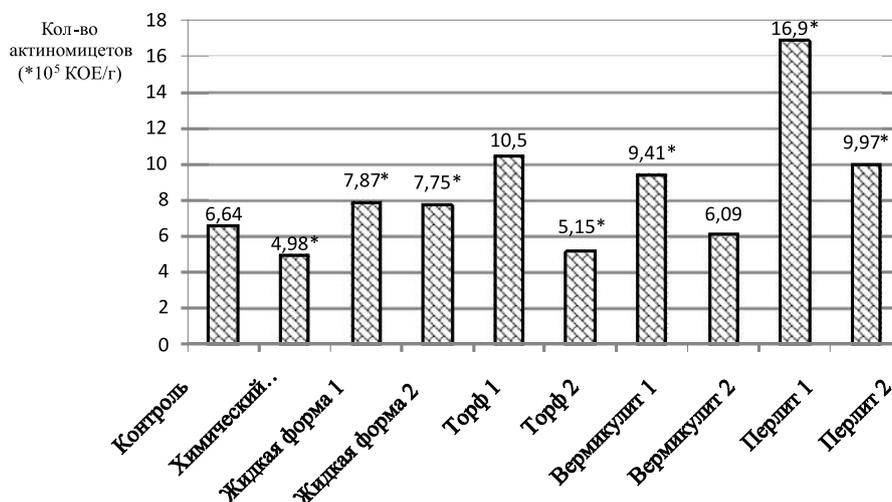


Рис. 2. Содержание актиномицетов в почве после уборки ярового ячменя.

* – достоверные значения при $p \leq 0,05$

Стоит отметить, что на участках с применением биопрепаратов на основе среды № 1, количество актиномицетов больше, чем на соответствующих участках с биопрепаратами с использованием среды № 2. В то время как для бактерий, наоборот, с одним исключением в варианте с применением перлита.

Суммируя полученные данные, можно отметить, что для актиномицетного сообщества также лучшей препаративной формой является «Перлит 1».

Кроме вышеперечисленных групп микроорганизмов, также в исследуемых почвах определяли содержание бактерий р. *Azotobacter* (рис. 3). Реакция этих азотфиксаторов на внесение препаратов аналогична группе гетеротрофных бактерий. Во всех опытных образцах содержание *Azotobacter* ср. выше значения контрольного

варианта на 14–29%, при этом во всех почвах после применения биопрепаратов, вне зависимости от формы и носителя, содержание азотфиксаторов свыше 90%.

В почве с биопрепаратом «Торф 1» зафиксирован наименьший показатель количества азотфиксаторов среди почв, обработанных биопрепаратами, и он составляет $92,67 \pm 4,06$ %. Одинаково максимальные показатели (99,33 %) в почве с биопрепаратами «Вермикулит 2» и «Жидкая форма 1».

Полученные результаты дают основание считать, что экспериментальные биопрепараты положительно влияют на состояние микробоценоза, увеличивая микробиологическую активность почвы. Также можно отметить, что при использовании биопрепарата на основе «Перлит 1» установлен более высокий уровень микробиологических процессов среди всех опытных препаратов.

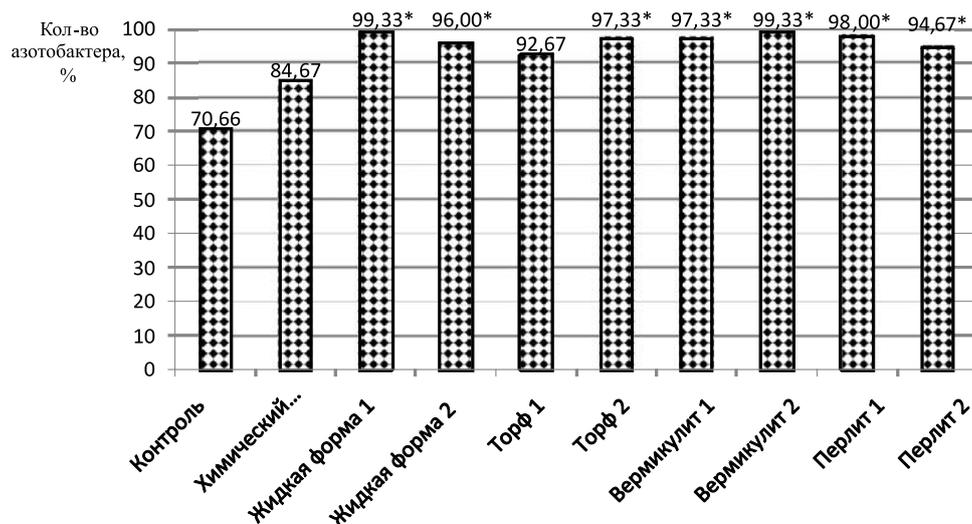


Рис. 3. Содержание бактерий р. Azotobacter в почве после уборки ярового ячменя.
* – достоверные значения при $p \leq 0,05$

Кроме изучения влияния биопрепаратов и химического препарата на микробиологическую активность почвы, проведено исследование санитарного состояния

почвы по двум микробиологическим показателям после уборки ярового ячменя. Результаты исследования представлены в таблице.

Санитарное состояние почвы по микробиологическим показателям после уборки ярового ячменя

Образец почвы	Количество термофильных микроорганизмов, КОЕ/г почвы	Титр БГКП на г почвы
Контроль	55 ± 2,0	0,53
Химический препарат	89 ± 4,0*	6,21
Жидкая форма 1	73 ± 7,0	5,26
Жидкая форма 2	22 ± 0,0*	0,86
Торф 1	83 ± 10	0,11
Торф 2	39 ± 1,0*	0,95
Вермикулит 1	39 ± 1,0*	0,09
Вермикулит 2	19 ± 1,5*	0,12
Перлит 1	41 ± 5,0	0,09
Перлит 2	47 ± 2,5	0,75

Примечание. * – достоверные значения при $p \leq 0,05$.

В ходе исследования установлено, что наибольшее количество термофильных микроорганизмов в почве с химическим препаратом. Этот показатель составил 89 ± 4 КОЕ/г почвы. Вероятнее всего это связано с тем, что термофилы представлены споровыми, более устойчивыми формами к действию внешних факторов. Стоит отметить, что в почве с биопрепаратом на носителе «Торф 1» и «Жидкая форма 1» количество термофильных микроорганизмов больше, чем в почве контрольного варианта в 1,5 и 1,3 раза соответственно. В остальных вариантах количество термофильных микроорганизмов оказалось меньше, чем в контрольном варианте. По санитарно-гигиеническим нормам данный показатель для

чистой почвы равен 10^2-10^3 [7], т.е. все почвенные образцы можно охарактеризовать как чистые почвы. Наименьшее количество термофильных микроорганизмов зафиксировано в почве с биопрепаратом на носителе «Вермикулит 2», где этот показатель равен $19 \pm 1,5$ КОЕ/г почвы.

Анализируя полученные данные по определению титра БГКП, установлено, что этот показатель колебался от 0,09 до 6,21 на 1 г почвы. Наиболее низкий показатель титра БГКП зафиксирован нами в почвах с биопрепаратами «Вермикулит 1» и «Перлит 1». В обоих случаях он составил 0,09, что в 5,9 раз меньше, чем у контрольного варианта. Максимальное значение титра БГКП установлено в почве с химическим

препаратом, которое составило 6,21 на 1 г почвы. Данный показатель для чистой почвы $\geq 1,0$ [7]. Т.е. чистыми можно считать почвы двух вариантов: «Химический препарат» и «Жидкая форма 1». Все остальные варианты по титру БГКП следует охарактеризовать как загрязненные почвы. Возможно, такие низкие значения титра связаны с тем, что при непосредственном высеве почвы на среду Эндо вырастают так называемые «эндобактерии», к которым относятся и большое количество непатогенных бактерий данной группы, типичных обитателей ризосферы, например, таких как *Klebsiella*, *Erwinia* и т.д. [1].

Заключение

Таким образом, суммируя все полученные данные, можно сделать вывод, что экспериментальные биопрепараты на основе *Pseudomonas chlororaphis subsp. aureofaciens* (*Pseudomonas aureofaciens*) благотворно влияют на микробиологическую активность почвы, т.е. не нарушают экологической целостности микробоценоза в сравнении с контролем и традиционно используемым химическим препаратом, при этом наилучшей формой следует считать «Перлит 1».

Список литературы

1. Антипчук А.Ф. Микробиологический контроль в прудовых хозяйствах. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 145 с.
2. Баранова Е.В., Полякова А.В. Изучение антагонистической активности штамма *Pseudomonas aureofaciens* по отношению к плесневым грибам // Модернизация науки и образования: сборник материалов всероссийской научной конференции. – Махачкала, 2011. – С. 96–98.
3. Боронин А.М. Ризосферные бактерии рода *Pseudomonas*, способствующие росту и развитию растений // Соросовский образовательный журнал. – 1998. – № 10. – С. 25–31.
4. Боронин А.М., Кочетков В.В. Биологические препараты на основе псевдомонад // АГРО XXI. – 2000. – № 3. – С. 140–151.
5. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под ред. Д.Г. Звягинцева. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 304 с.
6. Практикум по микробиологии / под ред. А.И. Нетрусова. – М.: Академия, 2005. – 602 с.
7. Руководство по медицинской микробиологии. Общая и санитарная микробиология / под ред. А.С. Лабинской – М.: Изд-во БИНОМ, 2008. – 1080 с.
8. Саламатова Ю.А., Минаева О.М., Акимова Е.Е. Эффективность хранения ряда бактериальных препаратов в жидкой форме // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2010. – № 1 (9). – С. 20–28.
9. Турусов В.И., Гармашов В.М., Гармашова Л.В. Структура микробного ценоза агрогенных почв и естественных экосистем // Плодородие. – 2011. – № 1. – С. 34–35.

References

1. Antipchuk A.F. *Pishevaya promichlennost* (Food industry). Moscow, 1976. 145 p.
2. Baranova E.V., Polyakova A.V. Sbornik materialov vsersosiskoy nauchnoy konferencii «Modernizaciya nauki i obrazovaniya» (collection of materials of the all-Russian scientific conference «Modernization of science and education»). Makhachkala, 2011. pp. 96–98.
3. Boronin A.M. *Sorosovskiy obrazovatelnyy zhurnal*, 1998, no. 10, pp. 25–31.
4. Boronin A.M., Kochetkov V.V. *AGRO XXI*, 2000, no. 3, pp. 140–151.
5. *Metodi pochvennoy mikrobiologii*. Moscow, 1991. 304 p.
6. *Praktikum po mikrobiologii*. Moscow, Academy, 2005. 602 p.
7. *Rukovodstvo po medicinskoj mikrobiologii. Obschaya i sanitarnaya mikrobiologiya*. Moscow, Publishing house BINOM, 2008. 1080 p.
8. Salamatova Yu.A., Minaeva O.M., Akimova E.E. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya*, 2010, no. 1(9), pp. 20–28.
9. Turusov V.I., Garmashov V.M., Garmashova L.V. *Plo-dorodie*, 2011, no. 1, pp. 34–35.

Рецензенты:

Бондаренко Т.И., д.б.н., профессор кафедры биохимии и микробиологии ФГАОУ ВПО «Южный федеральный университет», г. Ростов-на-Дону;

Артохин К.С., д.с-х.н., заведующий кафедрой зоологии ФГАОУ ВПО «Южный федеральный университет» г. Ростов-на-Дону.

Работа поступила в редакцию 17.09.2012.

УДК 573. 599- 612-176

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕИМУЩЕСТВ БИФУРКАЦИОННОГО ВЕТВЛЕНИЯ СОСУДОВ ДОКАПИЛЛЯРНОГО УЧАСТКА КОРОНАРНОГО РУСЛА МЛЕКОПИТАЮЩИХ

Цветков В.Д.

*Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН,
Пуцдино, e-mail: v.d.tsvetkov@rambler.ru*

Проведено исследование преимуществ бифуркационного ветвления артериальных сосудов сердца млекопитающих. Показано, что по сравнению с возможными вариантами разветвления (трифуркация, тетрафуркация и т.д.) при одинаковом расходе на докапиллярном участке энергии, крови и сосудистого материала бифуркация обеспечивает: 1) максимальную суммарную поверхность микрососудов на обменном участке; 2) максимальную плотность сети обменных сосудов; 3) максимальный уровень газообмена между кровью и сердечной тканью. Бифуркационный вариант обуславливает минимальный расход энергии на транспорт единичного объема кислорода к капиллярному участку коронарного русла. Кроме того, бифуркационная форма ветвления сосудов обеспечивает на обменном участке диффузию в ткани максимального объема кислорода. Бифуркации на обменном участке создают оптимальные условия для диффузии кислорода на главном кислородотдающем участке (в капиллярах). Полученные результаты имеют значение для более глубокого понимания механизмов оптимизации системы крово-кислородного обеспечения сердца человека и млекопитающих.

Ключевые слова: докапиллярный участок коронарного русла, варианты ветвлений коронарных сосудов, оптимальность микрососудистой системы сердца, кислородное обеспечение миокарда

A STUDY OF THE ADVANTAGES OF BIFURCATIONAL VESSEL BRANCHING IN THE PRECAPILLARY PART OF THE CORONARY BED IN MAMMALS

Tsvetkov V.D.

Institute of Theoretical and Experimental Biophysics, Pushchino, e-mail: vdtsvetkov@rambler.ru

The advantages of the bifurcational of the mammalian heart have been studied. It was shown that, compared with possible variants of branching (trifurcation, tetrafurcation, etc.), at equal expenditures of energy, blood, and vessel material, bifurcations provide: 1) the maximum total surface of microvessels in the region of gas exchange; 2) the maximum density of the network of exchange vessels; and 3) the maximum level of metabolism between blood and the cardiac tissue. The bifurcation variant of vessels branching provides the minimal energy expenses for transport of oxygen to capillary part of coronary bed. Besides the bifurcational form of vessels branching guarantees a diffusion of maximal volume of oxygen into cardiac tissues. Bifurcations on microvascular part of of coronary bed makes the optimal conditions for oxygen diffusion from capillary net. The results obtained are of importance for a better understanding of the mechanisms underlying the optimization of the system of blood-oxygen supply in the heart of human and mammals.

Keywords: precapillary part of the coronary bed, variants of coronary vessel branching, optimality of the microvascular system of the heart, oxygen supply of myocard

Бифуркация (тройник) является общим типом разветвления коронарных артерий независимо от их диаметра [8] (рис. 1). В этом типе разветвления каждый сосуд (ствол) разделяется на две ветви. Длина элемента тройника равна расстоянию по стволу от вершины угла предыдущего разветвления, при котором образовался этот ствол, до вершины угла, при котором он распался на ветви (рис. 2). Докапиллярное русло сердца включает в себя генерации сосудов эластического и мышечного типа, а также генерации микрососудов [2, 3]. Диаметр эластических сосудов превышает $d = 500$ мкм. Сосудами мышечного типа принято считать артерии с диаметром от 100 до 500 мкм. В генерации микрососудов входят артериолы с диаметром менее 100 мкм. Эластические и мышечные сосуды составляют транспортный участок, по которому кислород транспортируется к месту потребления. На микрососудистом, обменном участке происходит

диффузия кислорода в окружающие ткани. Транспортные сосуды ($100 < d < 500$ мкм) разветвляются на две асимметричных ветви. Асимметричность ветвлений этих артерий связана с различным уровнем потребления кислорода различными регионами сердца. Микрососуды ($d < 100$ мкм) в отличие от транспортных артерий имеют симметричное ветвление [6]; такое ветвление обеспечивает одинаковые условия для диффузии кислорода во всех микрососудах и капиллярах [5].

Бифуркация – оптимальный вариант ветвления докапиллярных сосудов

В любом сосуде затраты энергии разделяются на две составляющих:

- 1) расход энергии на перемещение крови;
- 2) расход энергии на химические процессы в крови.

Механическая и «химическая» составляющие с изменением диаметра сосуда изме-

няются в противоположных направлениях. В случае возрастания диаметра сосуда (при неизменной длине) расход механической энергии увеличивается, а химической, напротив, уменьшается. Минимальный суммарный расход при заданном кровотоке имеет место, если есть соотношение [4]

$$d^3 = \frac{32q}{\pi\sqrt{b/\xi}}, \quad (1)$$

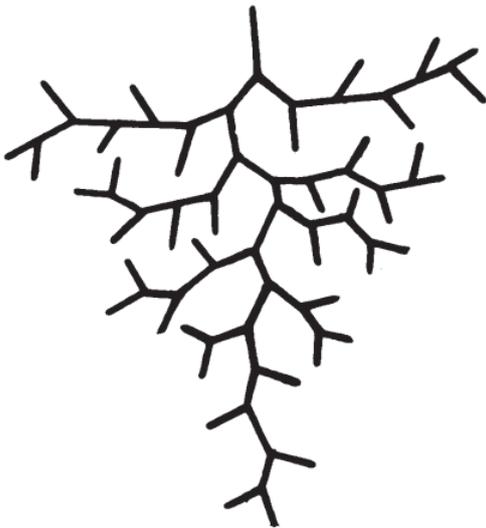


Рис. 1. Артериальное дерево

Естественно, что при бифуркационном ветвлении:

$$d_c^3 = d_1^3 + d_2^3, \quad (2)$$

где d_c, d_1, d_2 – диаметр ствола, 1 и 2 ветвей.

Соотношение (1) сохраняется и для других вариантов ветвления. В частности, энергооптимальная трифуркация может быть представлена следующим отношением между стволом и ветвями:

$$d_1^3 + d_2^3 + d_3^3 = d_c^3, \quad (3)$$

где d_c, d_1, d_2, d_3 – соответственно диаметры ствола, 1, 2 и 3 ветвей.

Представим доказательства того, что энергооптимальный вариант бифуркации является наиболее выгодным вариантом ветвления сердечных сосудов по сравнению с энергооптимальной трифуркацией, энергооптимальной тетрафуркацией и т.д. По сравнению с другими возможными вариантами ветвления (3, 4, 5 и более ветвей) бифуркация, как будет показано ниже, обеспечивает значительные преимущества. Для сравнения рассмотрены наиболее близкие варианты: бифуркация (ствол и 2 ветви) и трифуркация (ствол и 3 ветви). Предварительно для обоих вариантов примем условие равенства следующих параметров:

где q – заданный кровоток; d – диаметр сосуда; ξ – вязкость крови; b – расход химической энергии в единичном объеме крови за единицу времени. Режим протекания крови в соответствии с (1) получил обозначение «режим минимальной работы» [4]. Установлено [6], что в каждом из артериальных сосудов сердца расход энергии происходит в соответствии с законом (1).

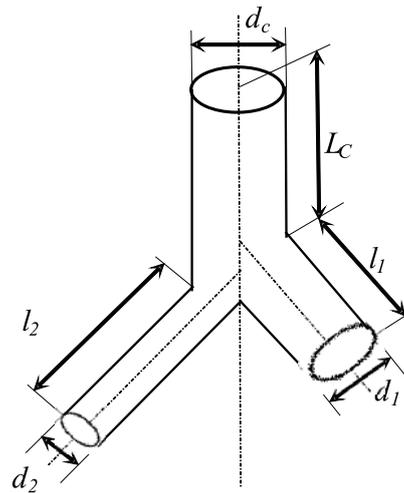


Рис. 2. Сосудистый тройник.
 $d_c, d_1, d_2, l_c, l_1, l_2$ – соответственно диаметр и длина ствола, 1 и 2 ветвей

1) одинаковая разность давлений между аортой и артериальным концом капилляров;
2) равенство кровотока в первой коронарной артерии;

3) одинаковый диаметр первой коронарной артерии и одинаковый диаметр капилляров;

4) одинаковая плотность капиллярной сети;

5) во всех сосудах бифуркационных и трифуркационных разветвлений имеет место режим «минимальной работы»;

6) суммарные величины расхода энергии, объема крови и проводимости на докапиллярном участке одинаковы для обоих вариантов.

Для упрощения расчетов примем симметричными все бифуркационные ($d_1 = d_2$) и трифуркационные ($d_1 = d_2 = d_3$) разветвления. Примем также, что вязкость крови, отношение длины сосуда l к диаметру d одинаковы для всех докапиллярных сосудов в обоих вариантах:

$$C = l/d = \text{const}. \quad (4)$$

Исходя из (2) и (4), при каждой бифуркации

$$l_1^3 + l_2^3 = l_c^3, \quad (5)$$

где l_c, l_1, l_2 – длина ствола и 1 и 2 ветвей. Соответственно, с учетом выражений (3) и (4)

для каждого трифуркационного разветвления имеем:

$$l_1^3 + l_2^3 + l_3^3 = l_c^3, \quad (6)$$

где l_c, l_1, l_2, l_3 – длина ствола и 1, 2 и 3 ветвей при трифуркационном ветвлении.

В соответствии с (2), (4) и (5) при симметричном бифуркационном ветвлении имеем:

$$d_1 = d_2 = 0,794d_c, \quad (7)$$

$$l_1 = l_2 = 0,794l_c. \quad (8)$$

Для трифуркации, исходя из (3), (4) и (6),

$$d_1 = d_2 = d_3 = 0,694d_c, \quad (9)$$

$$l_1 = l_2 = l_3 = 0,694l_c. \quad (10)$$

Количество докапиллярных бифуркационных ветвлений $N_{\text{биф}}$ определяется по формуле [5]:

$$N_{\text{биф}} = (\ln d_A - \ln d_k) / \ln 1,26, \quad (11)$$

где d_A, d_k – соответственно диаметр первой коронарной артерии и капилляра.

Количество трифуркационных ветвлений $N_{\text{триф}}$ определяется по формуле:

$$N_{\text{триф}} = [\ln d_A - \ln d_k] / \ln 1,44. \quad (12)$$

В проведенных нами ранее расчетах для собаки [5], исходя из предварительного условия (1), а также отношений (7), (9), (11) и (12) при бифуркации и трифуркации общее число докапиллярных поколений равно соответственно 28 и 18. Для соблюдения условий (1) и (6) длина всех «трифуркационных» сосудов и давление на каждом из них по сравнению с «бифуркационными» должны возрасти в 1,6 раза, что соот-

ветствует аналогичному увеличению объема и сопротивления каждого сосуда. При таком увеличении общий расход энергии, сосудистого материала и крови на всем докапиллярном русле для обоих вариантов ветвления будет одинаковым. Для простоты расчетов кровь временно рассматривается как ньютоновская жидкость, вязкость которой не зависит от диаметра. С учетом этого кривая вязкости на рис. 3 представляла бы прямую, параллельную оси диаметров (см. рис. 3). Исходя из (7) и (9), очевидно, что количество обменных сосудов в каждой одноименной m -генерации ($m = 1, 2, 3$ т.д., начиная от капилляров) при бифуркации будет больше, чем при трифуркации. При «ньютоновской» крови в пределах обменного участка ($7 \leq d \leq 45$ мкм), на котором происходит диффузия кислорода (см. таблицу, столбцы 1, 2 и 5), суммарная боковая поверхность всех «бифуркационных» и «трифуркационных» сосудов равняется соответственно $S_{\text{биф}} = 2480S_1$ и $S_{\text{триф}} = 1590S_1$ (S_1 – боковая поверхность первой коронарной артерии) [5]. С учетом спадающего участка кривой вязкости крови в тех же пределах ($7 \leq d \leq 45$ мкм), где кровь реально проявляет себя как неньютоновская жидкость (рис. 3), и величин, представленных в таблице (столбцы 1, 2, 3), имеем: $S_{\text{биф}} = 3990S_1$ и $S_{\text{триф}} = 2320S_1$ [5]. Таким образом, имеет место «прирост» дополнительной «бифуркационной» боковой поверхности на «обменном», спадающем участке кривой $\xi = f(d)$ за счет неньютоновских свойств крови. Это приращение в 2 раза больше, чем в трифуркационном варианте ($\Delta S_{\text{биф}} / \Delta S_{\text{триф}} = 2,07$). Очевидно, что при дальнейшем росте разветвлений ствола «дополнительный» прирост боковой поверхности на обменном участке будет уменьшаться в еще большей степени.

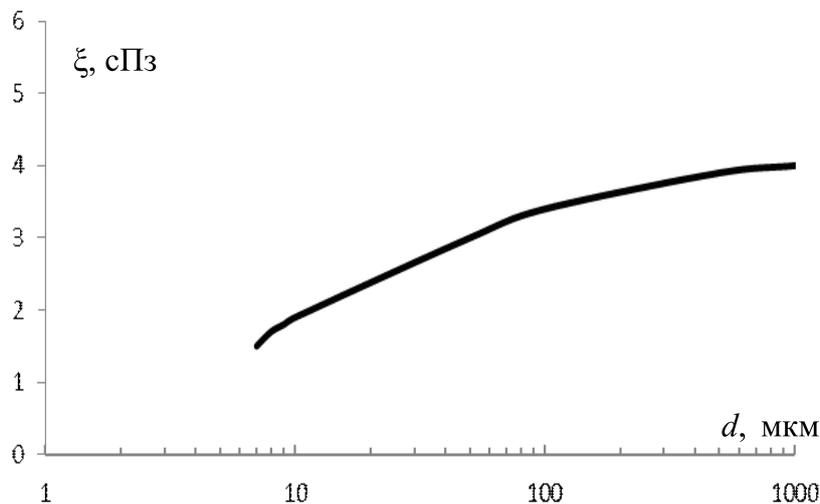


Рис. 3. Зависимость кажущейся вязкости ξ от диаметра микрососуда d [7]

Гемодинамические и кислородные параметры обменных артериол сердца при бифуркационном ветвлении [5]

m	d_m	C_m	t_m	U_m	ΔHbO_{2m}	$\Delta p\text{O}_{2m}$
1	6,9	6	37,0	138,3	5,04	11,0
2	8,7	6	37,0	87,0	3,10	10,5
3	11,0	5	30,9	54,7	1,66	6,9
4	13,9	5	30,9	34,4	1,05	4,9
5	17,5	4	24,6	21,6	0,52	3,6
6	22	4	24,6	13,6	0,30	3,5
7	27,8	4	24,6	8,5	0,14	2,4
8	35,0	3	18,5	5,3	0,08	1,1
9	44,0	3	18,5	-	-	-

Примечания. m – номер обменного сосуда цепочки по направлению капилляр – аорта; d_m – диаметр сосуда, мкм; C_m – отношение длины к диаметру; t_m – время пребывания эритроцита в m -сосуде, мкс; U_m – скорость отдачи кислорода отдельным эритроцитом в поперечном сечении m -сосуда, %/с; ΔHbO_{2m} – количество кислорода, отданного отдельным эритроцитом за время пребывания в m -сосуде, %; $\Delta p\text{O}_{2m}$ – разность напряжений кислорода на концах m -сосуда, мм рт. ст.

Рассмотрим дополнительные преимущества бифуркаций на обменном участке. Эритроцит отдает кислород при прохождении сосудов диаметром не более 45 мкм (см. таблицу, столбцы 1, 2, 6). В остальных сосудах отдача кислорода незначительна и ею при расчетах можно пренебречь. По мере увеличения числа ветвлений (3, 4, 5 и т.д.) количество генераций, «совпадающих» с наклонным сегментом кривой до $d \leq 50$ мкм, стремительно уменьшается. На обменный участок в пределах $d = 7-50$ мкм приходится 9 бифуркационных разветвлений, а трифуркационных только шесть [5]. При дальнейшем росте ветвлений (4, 5 и т.д.), количество «совпадений» с наклонным участком кривой будет уменьшаться в еще большей степени. Очевидны «кислородные» преимущества бифуркационного разветвления перед всеми остальными. Если рассматривать обменные генерации, начиная от капилляра, то в «одноименных» генерациях диаметр «небифуркационных» сосудов возрастает быстрее, чем «бифуркационных». Например, для первой от капилляров генерации при бифуркации $d_1 = 1,26d_k$, при трифуркации $d_1 = 1,44d_k$, при тетрафуркации $d_1 = 1,59d_k$ и т.д. Показано [5], скорость отдачи кислорода отдельным эритроцитом в поперечном сечении сосуда тем меньше, чем больше диаметр последнего (таблица, столбец 5). Следовательно, отдельный эритроцит в поперечном сечении трифуркационного сосуда отдает за единицу времени кислорода меньше, чем в «одноименном» бифуркационном. Кроме того, общее время пребывания эритроцитов в «трифуркационных» сосудах меньше, чем в «бифуркационных».

При бифуркации отдельный эритроцит на цепочке обменных микрососудов до капилляра отдает 12% кислорода, а при трифуркации только 8,3% [5]. Очевидно, что эритроцит при прохождении «трифуркационной» цепочки обменных сосудов не успевает «разрядиться» до нормального «бифуркационного» напряжения $p\text{O}_{2\text{кап}} = 50$ мм рт. ст. на входном конце капилляра. При трифуркации уменьшается «резерв» $p\text{O}_2$, используемый при внешних возмущениях (например, при физической нагрузке). Вследствие этого максимальный уровень допустимой нагрузки, при котором сердечная мышца еще получает адекватное кислородное обеспечение, снижается. При превышении этого уровня сердечные клетки начинают испытывать кислородное голодание и погибают. Очевидно, что при дальнейшем росте ветвлений ($n = 4, 5$ и т.д.) уровень допустимой физической нагрузки будет снижаться в возрастающей степени. Таким образом, при бифуркации допустимый верхний уровень физической нагрузки имеет наибольшую величину. Отметим, что теоретически возможен еще один вариант ветвления – сквозной, при котором ветвления отсутствуют, а все сосуды (включая и капилляры) имеют одинаковый диаметр. Очевидно, что при таком варианте обеспечение миокарда кислородом было бы крайне неэкономичным.

Ранее было показано [5], что каждый обменный микрососуд, отдающий кислород, является «кислородным» эквивалентом сердечного капилляра той же длины. При соблюдении предварительных условий (1)–(6) наклонному участку кривой вязкости бифуркация обеспечивает наибольшую

плотность докапиллярных микрососудов ($7 < d < 100$ мкм), отдающих кислород. Таким образом, очевиден выигрыш бифуркационного ветвления: большая, чем при трифуркации, плотность и протяженность «обменной» сети при одинаковом расходе энергии, крови и сосудистого материала.

С бифуркацией связано еще одно преимущество. При бифуркации всякой генерации обменных сосудов, начиная от капилляров, по сравнению с «одноименными» генерациями других вариантов ветвлений соответствует наименьшая величина диаметра. Следовательно, величина отношения поверхности S к объему сосуда V ($S/V = 4/d$), обуславливающая уровень метаболизма между кровью и тканью, в «одноименных» генерациях при бифуркации всегда будет большей, чем в любом другом варианте ветвления. В «одноименных» бифуркационных генерациях метаболизм достигает максимальных значений. Таким образом, из всех возможных вариантов ветвления ($n = 1, 2, 3, 4, \dots$) Природа «выбрала» бифуркацию ($n = 2$) как наиболее эффективный вариант, который обеспечивает не только максимальную обменную поверхность, но и наиболее эффективное «использование» последней.

Очевидна исключительная важность в оптимизации коронарного русла за счет «подбора» размеров сосудов. Если «подбором» диаметра обуславливается общее количество ветвлений и энергооптимальный характер движения кровотока в каждом «бифуркационном» сосуде, то «подбор» длины сосудов обеспечивает в конечном счете приблизительное равенство давлений на входе всех микрососудов ($d \approx 100$ мкм). За счет изменения длины обеспечивается одинаковое по времени продвижение отдельных эритроцитов из одного и того же микрообъема крови на входе первого сосуда до входа в «свой» микрососуд. Это условие должно выполняться из условия принципа постоянства суммарного кровотока по всем сосудам в любой момент времени. Таким образом, на вход обменного участка каждый из этих эритроцитов должен приходить за одинаковое время и с одинаковым давлением. Отмеченными факторами обеспечиваются одинаковые условия оптимального движения крови и оптимальной диффузии кислорода в обменных микрососудах и капиллярах, поскольку в микрососудах имеет место симметричное ветвление сосудов ($d_1 = d_2, l_1 = l_2$) [6]. Тем самым обеспечивается одинаковое «качество» кислорода, поступающее в ткани из «одноименных» сосудов (см. таблицу, столбцы 5–7). Необходимо отметить при этом полную аналогию микрососудистого русла у различных видов млекопитающих [1].

Заключение

В заключение можно сказать, что бифуркация и оптимальный «подбор» диаметров и длин сосудов на докапиллярном участке обеспечивают условия для наиболее эффективного метаболизма между кровью и сердечными клетками и энергооптимального обеспечения сердечной мышцы кислородом, чем при любом другом варианте ветвления. Выявленные особенности бифуркационного ветвления коронарных сосудов представляют значительный интерес для понимания оптимальности организации докапиллярного русла. Представленная организация гемодинамики и архитектоники бифуркаций позволяет приблизиться к более полному пониманию основ кровяно-кислородного обеспечения сердца человека и млекопитающих.

Список литературы

1. Каро К., Педли Т., Шротер Р., Сид У. Механика кровообращения. – М.: Мир, 1981. – 624 с.
2. Куприянов В.В., Караганов Я.Л. Функциональная морфология кровеносных сосудов сердца // Кардиология. – 1969. – Т. 9, № 6. – С. 3–12.
3. Мchedlishvili Г.И. Микроциркуляция крови. – Л.: Наука, 1989. – 295 с.
4. Розен Р. Принцип оптимальности в биологии. – М.: Мир, 1969. – 216 с.
5. Цветков В.Д. Кислородное обеспечение сердца и принцип оптимального вхождения. – Пушино, 2004. – 152 с.
6. Архитектоника кровеносного русла / К.А. Шошенко, А.С. Голубь, В.И. Брод и др. – Новосибирск: Наука, 1982. – 182 с.
7. Chien S. Biophysical behavior of red cells in suspensions // In: The Red Blood Cell. – New York, Acad. Press, 1975. – Vol. 11. – P. 1033–1131.
8. Zamir M., Chee H. Branching characteristics of human coronary arteries // Canad. Physiol. – 1985. – Vol. 64. – P. 661–668.

References

1. Karo K., Nedli T., Shroter R., Sid U. Mekhanika krovobrashcheniya. Moscow, Mir, 1981. 624 p.
2. Kupriyanov V.V., Karaganov Ya.L. Funktsional'naya morfologiya krovenosnykh sosudov serdtsa // Kardiologiya. 1969. Vol. 9, no 6. pp. 3–12 (in Russian)
3. Mchedlishvili G.I. Mikrotsirkulyatsiya krovi. Leningrad, Nauka, 1989. 295 p.
4. Rozen R. Printsip optimal'nosti v biologii. Moscow, Mir, 1969. 216 p.
5. Tsvetkov V.D. Kislородное obespechenie serdtsa i printsip optimal'nogo vkhozheniya. Pushchino, 2004. 152 p.
6. Shoshenko K.A., Golub A.S., Brod V.I. et al. Arhitektonika krovenosnogo rusla. Novosibirsk, Nauka, 1982. 182 p.
7. Chien S. Biophysical behavior of red cells in suspensions // In: The Red Blood Cell.–New York, Acad. Press. 1975. Vol. 11. pp. 1033–1131.
8. Zamir M., Chee H. Branching characteristics of human coronary arteries // Canad. Physiol. 1985. Vol. 64. pp. 661–668.

Рецензенты:

Каминский Ю.Г., д.б.н., зав. лабораторией метаболического моделирования и биоинформации Института теоретической и экспериментальной биофизики РАН, г. Пушино;

Чемерис Н.К., д.б.н., профессор, главный научный сотрудник лаборатории биомедицинских проблем Института биофизики клетки РАН, г. Пушино.

Работа поступила в редакцию 11.07.2012.

УДК 577.17.849

РАЗРАБОТКА ФИЗИОЛОГО-БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ПАРАДИГМЫ КАК ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ РЕГИОНА НИЖНЕЙ ВОЛГИ

Воробьев Д.В., Воробьев В.И., Хисметов Д.В.

*ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный университет»,
Астрахань, e-mail: veterinaria-2011@mail.ru.*

Авторами предложена разработка теоретических основ применения и выбора дозировок недостающих в среде и кормах микроэлементов для сельскохозяйственных животных в конкретных регионах биосферы. Рассмотрены физиолого-морфологические аспекты влияния Se, J и Cu на организм растущих поросят и получен хороший экономический эффект. Установлено, что увеличение привесов животных опытной группы происходило за счет лучшего использования питательных веществ рациона. Полученные данные однозначно свидетельствуют о том, что только на научно-обоснованном выборе дополнительно применяемых микроэлементов в рационах у свиней значительно повышается перевариваемость и усвояемость кормов. Выявлено, что добавление к основному рациону опытных поросят необходимых в биогеохимических условиях Астраханской области микроэлементов приводит к росту рентабельности на 15% относительно контроля, что является выгодным с экономической точки зрения

Ключевые слова: селен, йод, медь, поросята

THE WORKING OUT OF A FIZIOLOGO-BIOGEOCHEMICAL PARADIGM AS THEORETICAL BASIS OF APPLICATION OF MICROELEMENTS IN ANIMAL INDUSTRIES OF THE REGION LOW VOLGA

Vorobev D.V., Vorobev V.I., Khismetov D.V.

Astrakhan state university, Astrakhan, e-mail: veterinaria-2011@mail.ru.

Authors offer working out of theoretical bases of application and a choice of dosages lacking in the environment and forages of microelements for agricultural animals in concrete regions of biosphere. Fiziologo-morphological aspects of influence Se are considered, J and Cu on an organism of growing swine and good economic benefit is received. It is established that the increase in additional weights of animals of skilled group occurred at the expense of the best use of nutrients of a diet. The obtained data unequivocally testifies that only on the scientifically-proved choice of in addition applied microelements in diets at swine digestibility and comprehensibility of forages considerably raises. It is revealed that addition to the basic diet of skilled pigs necessary in biogeochemical conditions of the Astrakhan region of microelements leads to profitability growth on 15% concerning control that is favourable from the economic point of view

Keywords: selenium, iodine, copper, swine

В настоящее время значительная часть продуктов животноводства завозится из-за рубежа. При этом часто различные стимуляторы роста и развития животных применяются без научно обоснованного подхода, что не всегда приносит положительный эффект. В течении ряда лет мы продолжаем разработку физиолого-биогеохимической парадигмы применения недостающих в среде, кормах и организме микроэлементов, которые следует применять лишь в конкретных регионах страны [1]. При этом остается неисследованной проблема влияния недостающих микроэлементов на морфо-физиологические параметры растущих свиней в биогеохимических условиях Астраханской области.

Определив низкий уровень Se, J и Cu в среде (почва, вода, растения) и кормах для растущих поросят и установив отрицательные балансы этих микроэлементов в обменных опытах [1] на растущих поросятах, используя математический аппарат расче-

та кинетических параметров, основанный на вычислении статистических моментов кинетических кривых [3, 4], мы определили дозировки и изучили влияние недостающих микроэлементов на морфо-физиологические параметры растущих поросят крупной белой породы на откорме в биогеохимических условиях региона Нижней Волги, где до наших работ никто не занимался комплексным исследованием физиологии сельхозживотных и изучением проблем биогеохимии экосистем Астраханской области. Селен и йод в виде органических препаратов «Дафс-25» и «Йоддар», а также CuSO_4 давали растущим поросятам 30 дней с месячным перерывом [5, 6] в период откорма.

Поросята опытной группы по сравнению с контрольными росли быстрее в длину, что подтверждается индексами телосложения, имели хорошо выполненный зад и лучшие высотные параметры (табл. 2).

Таблица 1

Динамика массы растущих свиней под влиянием препаратов селена, йода и меди (кг)

Группы	Возраст животных (дни)									
	n	30	60	90	120	150	180	210	240	270
I контрольная, основной рацион (ОР)	10	5,51 ± 0,57	12,32 ± 1,24	21,04 ± 0,96	30,10 ± 0,89	40,79 ± 0,89	50,68 ± 1,52	63,89 ± 1,09	78,92 ± 2,34	91,01 ± 2,58
II опытная ОР + 0,2 мг/кг селена (ДАФС-25) + 0,2–0,3 мг йода (ЙОДДАР) + 0,5 мг/кг CuSO ₄	10	5,41 ± 0,42	12,90 ± 1,04	22,02 ± 2,06	34,06 ± 3,05	45,89 ± 2,62	60,94 ± 4,98	74,99 ± 4,09	91,01 ± 5,07	107,09 ± 3,90

Таблица 2

Влияние препаратов селена, йода и меди на морфо-физиологические параметры поросят 4-месячного возраста

Группа	Кол-во животных	Промеры (в см)					Индекс сбитости
		Длина туловища	Обхват груди	Полуобхват зада	Высота в холке	Высота в крестце	
I контрольная	n = 10	78,2	68,9	44,8	42,2	45,1	88,4
II опытная («Дафс-25» + CuSO ₄ + «ЙОДДАР»)	n = 10	84,3	73,7	49,1	46,0	51,3	88,2

Важным показателем физиологической эффективности применения «Дафс-25», «Йоддар» и CuSO₄ при скармливании их растущим свиньям в условиях Астраханской области следует считать среднесуточные привесы животных и затраты кормов на единицу привеса поросят.

При практически одинаковой затрате кормов среднесуточный привес животных опытной группы составил 423,6 г, что на 20,0% выше аналогичного показателя животных контрольной группы. При этом на 1 кг привеса по II группе израсходовано на 1,09 кг кормовых единиц и 81,5 г перевариваемого протеина меньше, чем в контрольной группе животных.

Гистологические исследования печени приведены в конце опыта.

У свиней в контрольной группе печеночные дольки имели различные размеры и формы, причем дольчатое строение печени выражено довольно четко, хотя междольковая рыхлая волокнистая неоформленная соединительная ткань развита относительно слабо. Печеночные дольки состояли из печеночных клеток, которые располагались в виде довольно коротких нитей, называемых печеночными пластинками, тесно прилежавшими друг к другу (рис. 1). Между печеночными пластинками проходили внутридольковые капилляры, имевшие разные диаметры и заполненные эритроцитами, лимфоцитами, нейтрофилами.

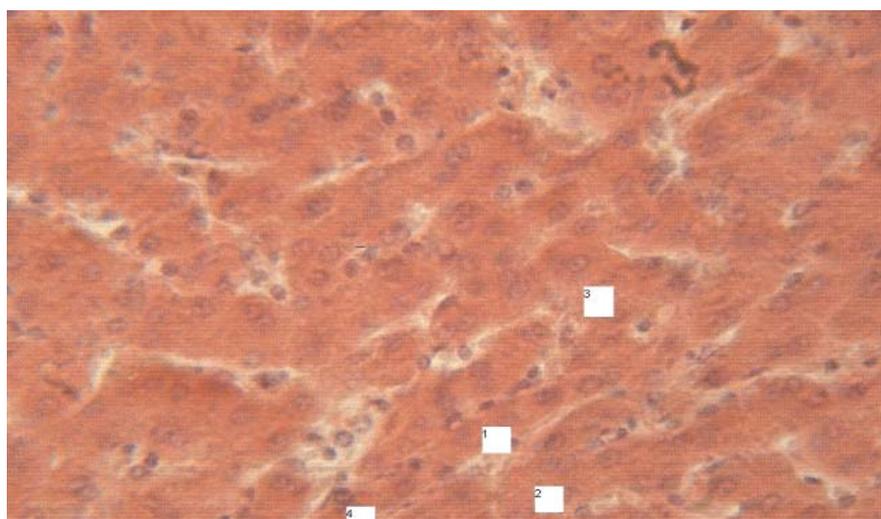


Рис. 1. Фрагмент печени (1х400). Окраска гематоксилин-эозином: 1 – печеночные балки; 2 – гепатоциты; 3 – ядра гепатоцитов; 4 – синусоидные капилляры

Гепатоциты имели многоугольную форму, границы между клетками были четкими. Следует указать на то, что наблюдался полиморфизм клеточных ядер. Большинство ядер были округлыми, содержали хорошо заметные ядрышки, величина и число которых варьировались. В большинстве клеток ядра располагались эксцентрично, причем иногда ядра граничили с клеточными оболочками. Цитоплазма клеток содержала довольно грубую зернистость, наибольшее количество клеток имело красно-малиновую

окраску, незначительное число клеток – от светло-розовой до прозрачной.

Печеночные дольки свиней третьей группы (Se + J + Cu) были разной величины и формы, образующие их печеночные пластинки анастомозировали друг с другом и каждая печеночная пластинка на поперечном срезе представлялась состоящей чаще всего из двух клеток. В пространствах между пластинками располагались синусоидные капилляры, которые были неравномерно расширены и наполнены элементами крови (рис. 2).

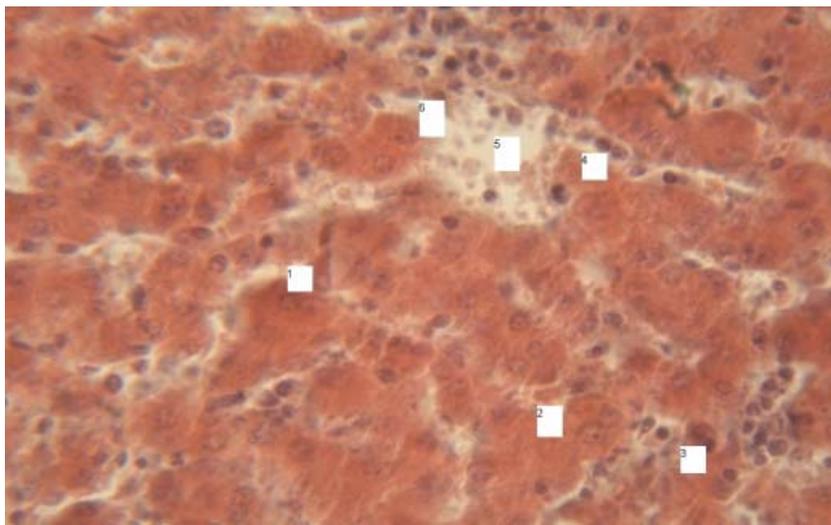


Рис. 2. Фрагмент печени (3x400). Окраска гематоксилин-эозином:
1 – печеночные балки; 2 – печеночные клетки; 3 – ядра гепатоцитов; 4 – синусоидные капилляры;
5 – эритроциты; 6 – лимфоциты

Гепатоциты имели многоугольную форму, одно, реже – два ядра. Причем размеры как клеток, так и их ядер были заметно крупнее, чем клетки печени и их ядра контрольной группы свиней. Чаще всего ядра были светлыми, сферическими с одним – двумя ядрышками или эухроматином, расположенным у ядерной оболочки. Ядра большинства гепатоцитов находились в центре клеток; границы между клетками четко определялись. Цитоплазма клеток содержала мелкую зернистость.

Закключение

Таким образом, сопоставляя результаты гистологических исследований печени в контрольной и опытной группах свиней, следует указать на то, что каких-либо патологических изменений в печени у опытных групп свиней не было обнаружено, а увеличение объема клеток и их ядер, наличие мелкой зернистости (цитоплазмы), светлой кариоплазмы указывало скорее на усиление обмена веществ в этих клетках по сравнению с состоянием клеток печени контрольной группы.

Установлено, что увеличение привесов животных опытной группы в сравнении с контрольной, происходило, в основном, за счет лучшего использования питательных веществ рациона. Например, в 85–115-дневном возрасте у поросят опытной группы коэффициент перевариваемости сухого вещества корма составил 90% вместо 89,4% в контрольной группе животных (+ 0,6), а в 8-месячном возрасте – 83,7% вместо 80,7%, т.е. на 3,1% выше, чем у контрольных животных. Полученные экспериментальные данные однозначно свидетельствуют о том, что только на научно-обоснованном выборе дополнительных применяемых микроэлементов в рационах у свиней, который предопределяется физиологической ролью микроэлементов, данными балансовых опытов и биогеохимической ситуацией района проведения экспериментов, значительно повышается перевариваемость и усвояемость кормов. Это служит теоретическим и практическим подтверждением правильности взятой нами комплексной методологии экспериментов – физиолого-биогеохимической пара-

дигмы [1, 2, 5] – определения необходимости применения и установки дозировок тех или иных микроэлементов в конкретных регионах для коррекции процессов обмена с целью улучшения физиологического состояния животных, получения дополнительной животноводческой продукции и увеличения рентабельности производства свиного мяса при уменьшении сроков откорма свиней на один месяц.

Добавление к основному рациону опытных поросят необходимых в биогеохимических условиях Астраханской области микроэлементов приводит, по нашим расчетам, к росту рентабельности на 15% относительно контроля, что является выгодным с экономической точки зрения.

Список литературы

1. Воробьев Д.В. Физиологическая характеристика метаболизма Fe, Cu, Mn, Zn, Co и Se его коррекция у свиней в онтогенезе в биогеохимических условиях Нижней Волги. – СПб.: ЛАНХ, 2010. – 141 с.
2. Содержание микроэлементов (Co, Ni, Cu, Se, Mo и Mn) в почвах, растениях и кормах районов сельхозживотных в Астраханской области / В.И. Воробьев, Д.В. Воробьев, А.П. Полковниченко, Е.Н. Щербакова, Н.И. Захаркина // Естественные науки. – Астрахань. 2010. – № 1 (30). – С. 7–12.
3. Воробьев Д.В. Математическое моделирование фармакокинетических процессов применения микроэлементных препаратов при гипозементазах // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 11. – С. 402–407.
4. Воробьев Д.В. Фармакокинетические аспекты применения селеносодержащего препарата ДАФС-25 в ветеринарии / Д.В. Воробьев, В.И. Воробьев // Естественные науки. – Астрахань. 2011. – № 2 (35). – С. 125–131.
5. Воробьев Д.В. Влияние препаратов селена, йода и меди на процессы метаболизма растущих свиней при гипозементазах // Аграрный вестник Урала. – Екатеринбург, 2011. – 12 – 1 (91). Декабрь. – С. 16–18.

6. Физиологический статус и его коррекция у жвачных, всеядных животных и птиц в биогеохимических условиях региона Нижней Волги / Д.В. Воробьев, В.И. Воробьев, А.Ю. Кутепов, А.П. Полковниченко. – СПб.: ЛАНХ, 2011. – 180 с.

References

1. Vorob'ev D.V. Fiziologicheskaja karakteristika metabolizma Fe, Cu, Mn, Zn, Co i Se ego korrekcija u svinej v ontogeneze v biogeohimicheskix uslovijah Nizhnej Volgi / D.V. Vorob'ev // LAN". Sankt-Peterburg. 2010. 141 p.
2. Vorob'ev V.I. Soderzhanie mikrojelementov (Co, Ni, Cu, Se, Mo i Mn) v pochvah, rastenijah i kormah racionov sel'hozhivotnyh v Astrahanskoj oblasti / V.I. Vorob'ev, D.V. Vorob'ev, A.P. Polkovnichenko, E.N. Werbakova, N.I. Zaharkina // Estestvennye nauki. № 1 (30). Astrahan'. 2010. pp. 7–12.
3. Vorob'ev, D.V. Matematicheskoe modelirovanie farmakokineticheskix processov primeneniya mikrojelementnyh preparatov pri gipojelementozah / D.V. Vorob'ev // Fundamental'nye issledovanija. no. 11. M., 2011. pp. 402–407.
4. Vorob'ev, D.V. Farmakokineticheskie aspekty primeneniya selenosoderzhawego preparata DAFS-25 v veterinarii / D.V. Vorob'ev, V.I. Vorob'ev // Estestvennye nauki. no. 2 (35). Astrahan'. 2011. pp. 125–131.
5. Vorob'ev, D.V. Vlijanie preparatov selena, joda i medi na processy metabolizma rastuwih svinej pri gipojelementozah / D.V. Vorob'ev // Agrarnyj vestnik Urala. 12 – 1 (91). Dekabr'. – Ekaterinburg. 2011b. pp. 16–18.
6. Vorob'ev, D.V. Fiziologicheskij status i ego korrekcija u zhvachnyh, vsejadnyh zhivotnyh i ptic v biogeohimicheskix uslovijah regiona Nizhnej Volgi. / D.V. Vorob'ev, V.I. Vorob'ev, A.Ju. Kutepov, A.P. Polkovnichenko // LAN". SPb. 2011. 180 p.

Рецензенты:

Зайцев В.Ф., д.с.-х.н., профессор, заведующий кафедрой «Гидробиология и общая экология» Астраханского государственного технического университета, г. Астрахань;
Федорова Н.Н., д.м.н., профессор кафедры «Гидробиология и общая экология» Астраханского государственного технического университета, г. Астрахань.

Работа поступила в редакцию 24.08.2012.

УДК 552.5:553.3/4

ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ КОНТРОЛЯ ЗОЛОТО-ЧЕРНОСЛАНЦЕВОГО ОРУДЕНЕНИЯ

Гусев А.И.

*Алтайская государственная академия образования им. В.М. Шукшина,
Бийск, e-mail: anzerg@mail.ru*

Проанализированы литологические факторы контроля золото-черносланцевых месторождений «мирового класса» по запасам золота различных регионов: Узбекистана (Мурунтау), Кыргызстана (Кумтор), Восточного Казахстана (Бакырчик), Енисейского кряжа (Олимпиада), Восточного Забайкалья (Сухой Лог), а также слабо изученных месторождений Салаира (Сунгай), Горного Алтая (Чойское, Лог № 26), Горной Шории (Кубанское) и других. Наиболее крупные золоторудные месторождения связаны с терригенно-углеродистой и кремнисто-углеродистой формациями. Углеродистое вещество вмещающих литологических юнитов создавало восстановительную среду рудоотложения и участвовало в переносе золота во флюидах в виде фуллеренов и комплексных металлоорганических соединений. Вариации изотопов серы из сульфидов месторождений золото-черносланцевых месторождений мира близки к сульфатной кривой морской воды древних бассейнов, за исключением месторождения Бакырчик, сера которого возникла не только за счёт сульфат-редукции морской воды, но и имела ювенильную природу.

Ключевые слова: литология пород, литологические формации, руды, золото, золото-черносланцевые месторождения, металлоорганические соединения, сера, изотопы серы

THE LITOLOGICAL FACTORS OF CONTROL GOLD-BLACK-SHALE ORES

Gusev A.I.

The Shukshin Altai State Academy of Education, Biisk, e-mail: anzerg@mail.ru

The litological factors of control gold-black-shale deposits of «world-class» on assay values different regions of World analyzed: Uzbekistan (Muruntau), Kirgizstan (Kumtor), East Kazakhstan (Bakyrchik), Eniseyskii ridge (Olimpiada), East Transbaykalie (Sukhoy Log) and weak studied deposits of Salair (Sungay), Mountain Altay (Choykskoe, Log № 26), Mountain Shoria (Kubanskoje) and other. More large gold deposits connected with terrigen-carbonaceous rock and siliceous-carbonaceous rock formations. The carbonaceous material of country litological units created reduced conditions environment of ore deposition and took part in transporting of gold in fluids in species fullerens and metall-organical complexes. Variation of isotopes sulfur from sulphides of gold-black-shale deposits of World were near to sulphite-reduction of sea water, but it had juvenile nature.

Keywords: litological of rocks, litological formations, ores, gold-black-shale deposits, metall-organical complexes, sulfur, isotope of sulfur

Литологические факторы контроля различных геолого-промышленных типов оруденения полиметаллов, урана, молибдена, ванадия и других элементов играют существенную роль в формировании золото-сульфидных руд. Особенно велика эта роль в генерации золото-черносланцевого оруденения [2, 4, 7, 8, 10]. Этот геолого-промышленный тип оруденения формирует месторождения мирового класса по запасам золота (Бакырчик, Кумтор, Сухой Лог, Олимпиада), а также супергигантское месторождение Мурунтау с запасами золота около 6 тыс. тонн. Поэтому актуальность исследований по влиянию литологии на формирование золото-черносланцевого оруденения не вызывает сомнений. Особенно это актуально для слабо изученных объектов с проявлениями золото-черносланцевого оруденения, к каким относятся Горный Алтай, Салаир и Горная Шория.

Литологические факторы контроля золото-черносланцевого оруденения

Нами проанализированы особенности формационного состава вмещающих литологических юнитов ряда хорошо изученных

золото-черносланцевых месторождений (Мурунтау, Сухой Лог, Бакырчик и другие) и слабо изученных (не разведанных) объектов такого же геолого-промышленного типа Горного Алтая, Салаира и Горной Шории. Формационная принадлежность изученных объектов по их химизму отражена на рис. 1.

На петрохимической диаграмме А–S–C анализируемые породы тяготеют к разным полям. Хорошо изученные объекты крупных месторождений попадают в два поля: углистые сланцы месторождений Бакырчик и Олимпиады – терригенно-углеродистой, месторождений Мурунтау и Сухого Лога – в поле кремнисто-углеродистой формаций.

Породы черносланцевых образований девонского возраста Горной Шории и Горного Алтая полностью попадают в поле II терригенно-углеродистой формации. Породы венд-кембрийского возраста этих же регионов попадают в поля карбонатно-углеродистой и терригенно-углеродистой формаций (рис. 1). По мнению А.Ф. Коробейникова и В.В. Масленникова, такая двойственность составов пород соответствует переходному типу – принадлежности к терригенно-карбонатно-углеродистой формации [7]. Угле-

родистые сланцы печеркинской свиты (C_1) Салаира попадают в поле кремнисто-углеродистой формации. Сопоставление петрохимических показателей черносланцевых образований Горного Алтая и Горной Шории с другими регионами позволяет констатировать, что черносланцевые образования

девонского возраста относятся к черносланцевым толщам калиевой щёлочности, а венд-кембрийские – к толщам натровой щёлочности, по В.А. Буряку с соавторами [1]. К этому же натровому типу щёлочности относятся и углеродистые сланцы печеркинской свиты нижнего кембрия Салаира.

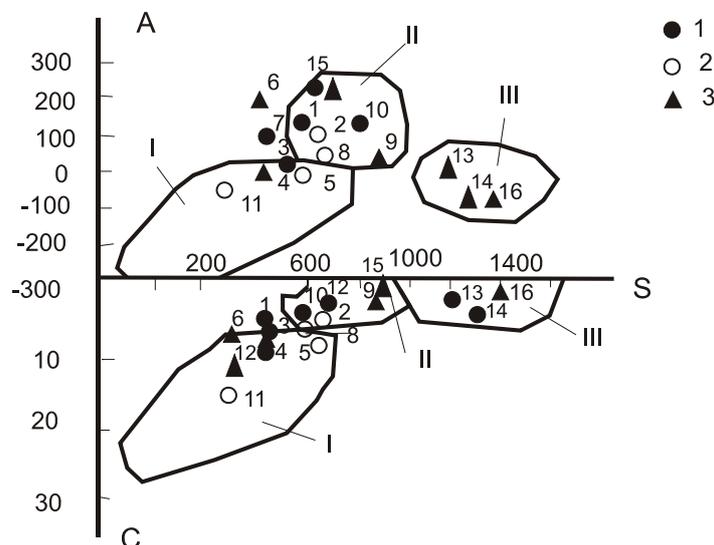


Рис. 1. Положение черносланцевых формаций на диаграмме A-S-C по [5]. $A = Al_2O_3 - (CaO + Na_2O + K_2O)$, $S = SiO_2 - (Al_2O_3 + Fe_2O_3 + MgO + CaO)$, $C = CaO + MgO$. Поля углеродистых формаций: I – карбонатно-углеродистой, II – терригенно-углеродистой, III – кремнисто-углеродистой. Литологические типы пород:

- I – алевролиты, 2 – песчаники, 3 – сланцы.
- Породы свит Горного Алтая и Горной Шории: 1–2 – камышенской (D_1), 3–5 м убинской (C_1), 6–8 – садринской (C_2), 9–11 – тыдтуяркской ($V-C_1$); 12 м серпуховской свиты (C_2) месторождения Бакырчик (Восточный Казахстан); 13 – бесаяпанской свиты месторождения Мурунтау (Узбекистан); 14 – черносланцевых образований хомолхинской свиты (PR) месторождения Сухой Лог (Забайкалье); 15 – черносланцевых образований месторождения Олимпиада (PR) (Енисейский край); 16 – черносланцевых образований печеркинской свиты (C_1) (Салаир)

Характерной особенностью золото-черносланцевых месторождений являются тонко рассеянные вкрапленные, слоистые и линзовидные сульфидные образования, которые присутствуют в разных количествах на различных объектах.

Химический состав литологических разновидностей некоторых свит Горного Алтая и Горной Шории представлен в таблице. Для всех разновидностей приведенных свит характерно высокое соотношение $FeO:Fe_2O_3$, подтверждающее восстановленный характер среды осадконакопления. Сравнение составов пород показывает, что венд-кембрийские черносланцевые образования отличаются от девонских повышенной карбонатностью и кремнистостью. В них заметно более высокие концентрации фосфора и серы сульфидной. Ранее в некоторых из них отмечались эксгальационно-осадочные образования со значительным привнесом

большого спектра металлов [2]. Кроме того, в породах девонского возраста преобладает калий над натрием, а в древних образованиях картина обратная ($Na > K$).

Местами слоистые руды образуют своеобразный «рудный флиш». Вблизи разломов слоистые руды смяты в мелкие складочки до тонкой гофрировки. На некоторых месторождениях проявлены флюидизиты кварц-карбонат-графитового состава в виде прожилков мощностью от 1 до 5 см, сопровождаемые сульфидной минерализацией. Сами рудовмещающие углистые сланцы содержат мучнистый пирит I генерации, развитый по плоскостям сланцеватости. Нередко пирит образует сегрегационные скопления, которые постепенно переходят в линзочки и слойки. В крупных скоплениях пирита I появляется ильменит. Местами среди сланцев наблюдаются зёрна коллофана размером до 1 мм, реже отмечаются

линзочки и прослои сланцев, обогащённые коллофаном. В зоне также проявлена 2-я генерация пирита (комбинация куба и октаэдра, куба и пентагон-додекаэдра), образующая вкрапленность, линзочки и прослои мощностью до 0,1–0,5 см. Комбинированные формы пирита ассоциируют с марказитом, футлярообразным колломорфным пиритом и длиннопризматическим и игольчатым арсенопиритом в сланцах и алевросланцах. В этой же ассоциации отмечается редкая вкрапленность магнетита и пирротина. Чаще всего слоистые сульфидные руды в убинской свите локализуются в чёрных глинистых сланцах с содержаниями $S_{\text{орг}}$ от 0,5 до 5%, (среднее 2%), реже – свыше 5%. Концентрации сульфидной серы в сланцах за пределами зон сульфидизации варьируют от 0,05 до 0,5% (среднее 0,08%). Сульфиды в зонах золото-сульфидного типа представлены пиритом нескольких генераций, пирротином, реже – сфалеритом, халькопиритом, ильменитом, спорадически арсенопиритом. Они ассоциируют с кварцем, доломитом, анкеритом, реже – афросидеритом состава $(\text{Fe}_{2,4}\text{Mg}_{1,7})_{4,1}(\text{Al}_{1,6}\text{Fe}_{0,62}\text{Ti}_{0,18})_{2,48}\text{Al}_{1,2}\text{Si}_{3,53}\text{O}_{9,46}(\text{OH})_{8,85}$. Слоистые руды образуют тонкополосчатый «рудный флиш» с чередующи-

мися прослоями сульфидов мощностью от 1 до 15 мм, силицилитов (0,5–1 см мощностью), углистых сланцев (0,5–2 см). Иногда они смяты в мелкие складочки с амплитудой от 1 до 5 см. Нередко прослои сульфидов переходят в тонко-вкрапленные директивные образования моно- и дисульфидов железа среди углисто-глинистых сланцев. Местами отмечаются линзочки «мучнистого» (фрамбоидального) пирита длиной от 3 до 15 см и мощностью от 0,5 до 3 см с вкрапленностью ильменита. Углисто-глинистые сланцы, вмещающие слоистые руды и содержащие тонкорассеянные сульфиды, имеют молекулярные отношения S/C от 0,14 до 0,16, обнаруживая близкие значения этого показателя в пелагических осадках Чёрного моря, образовавшихся в условиях сероводородного заражения придонных вод. Аналогичное заражение вод H_2S предполагается и для палеобассейнов, в которых сформировались разрезы девона и кембрия Горного Алтая, Салаира и Горной Шории. Слоистые руды характеризуются повышенными содержаниями Cu (0,05–0,6%), Zn (0,03–0,9%), аномальными концентрациями Pb, W, Mo, V, Pb, Ag, Pt, Pd, Rh, Au. Содержания последнего варьируют от 0,05 до 3,5 г/т.

Химический состав пород черносланцевых формаций региона (мас. %)

Свиты, породы	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O	S сульф
<i>Убинская свита (C₁)</i>												
Сланцы N = 3	56,75	0,98	17,85	2,05	4,62	3,40	3,78	4,12	2,07	0,56	0,40	0,90
Алевролиты, N = 2	58,10	0,85	17,52	2,12	4,58	2,70	4,11	3,25	2,75	0,60	0,35	0,50
Песчаники, N = 2	65,02	0,83	15,10	1,47	3,52	2,28	3,80	3,42	1,70	0,52	0,50	0,40
<i>Садринская свита (C₂)</i>												
Сланцы, N = 3	56,80	1,11	18,10	1,91	4,22	3,32	4,23	4,25	1,87	0,45	0,40	0,82
Алевролиты, N = 2	58,65	0,92	17,60	2,05	4,70	2,90	4,10	3,80	1,97	0,42	0,20	0,31
Песчаники, N = 2	66,10	0,75	13,90	1,42	3,60	3,25	3,90	3,58	1,62	0,41	0,24	0,20
<i>Тыдтуярыкская свита (V- C₃)</i>												
Сланцы, N = 2	72,07	0,35	12,13	0,52	3,59	0,93	1,35	3,56	0,92	0,18	0,35	0,55
Алевролиты, N = 1	64,63	0,62	15,81	0,97	3,23	2,32	2,22	2,23	3,4	0,23	0,30	0,25
Песчаники, N = 1	50,16	0,51	13,92	1,32	5,09	4,19	11,69	2,85	0,06	0,10	0,35	0,25
<i>Камышенская свита (D₁)</i>												
Алевролиты, N = 4	58,47	0,95	17,32	2,11	4,50	3,13	2,80	2,25	3,10	0,07	0,60	0,20
Песчаники, N = 2	64,51	0,82	14,92	1,60	3,52	2,80	2,35	2,18	2,96	0,08	0,70	0,10

Примечание. Силикатные анализы выполнены в лаборатории Западно-Сибирского испытательного центра (г. Новокузнецк).

Марченко Л.Г. [9] изучены особые кластеры – кватароны и фуллероны, являющиеся основными строительными единицами кристаллов. В последнее время в земных условиях обнаружены фуллероны, часто

сопутствующие с шунгитом. Шунгиты глобулярного строения встречены на золоторудных месторождениях-гигантах – Бакырчикском, Мурунтау, Сухом Логу, Карлине. Глобули шунгита – сферолиты размерами

100–200 микрон, редко 400 микрон, стягиваются в сетки, ориентированные по кругу, или образуют цепочки, слойки. Самородное золото встречается в виде микросферул в шунгите и металлоорганических соединениях. Возможное существование фуллеренов и метафуллеренов в эндогенных процессах может определяться взрывными событиями. Это касается, в первую очередь, событий, сопровождающихся образованием кимберлитовых флюидизатов и трубок мантийного происхождения, с которыми связаны месторождения алмазов и редких элементов. Такие взрывные собы-

тия определяют образование углеродистых флюидизатов в зонах глубинных разломов. Развитые в этих зонах комплексные месторождения имеют ряд отличительных черт: частая совместная концентрация золота и платиноидов, восстановленный тип метасоматоза и длительная полихронная система формирования.

Нами проанализированы соотношения изотопов серы в сульфидах золото-черносланцевых месторождений с использованием опубликованных данных других исследователей и построена диаграмма (рис. 2).

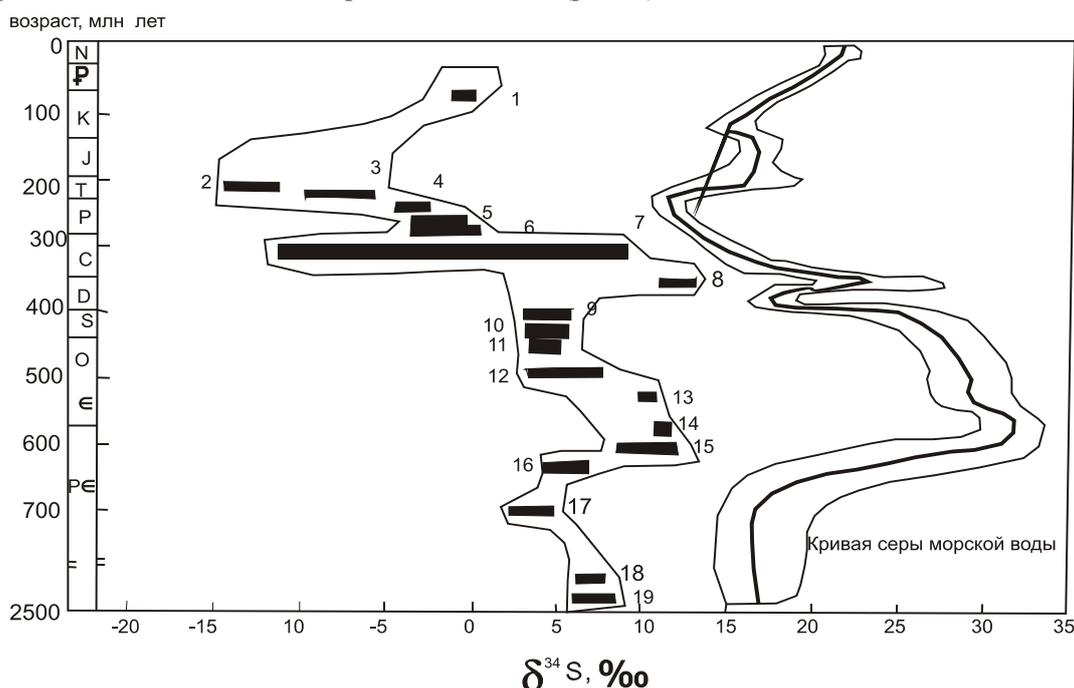


Рис. 2. Вариации составов изотопов серы в золоторудных месторождениях, залегающих в осадочных вмещающих породах (составлена с учётом данных [11]).
 1 – Чугач Терранс, 2 – Спенши Маунтейн, 3 – Джунеу, 4 – Наталка, 5 – Макраес, 6 – Нежданинское, 7 – Бакырчик, 8 – Фанинг, 9 – Чармитан, 10 – Мурунтау, 11 – Чойское, 12 – Бендиго, 13 – Бивер Дам, 14 – Сунгай, 15 – Сухой Лог, 16 – Кумтор, 17 – Телфер, 18 – Олимпиада, 19 – Хоумстейк

Вариации тяжёлого изотопа серы в сульфидах руд весьма широкие – от (–13,74) до (+ 11,59). Причём такие вариации характерны только для сульфидов месторождения Бакырчик. Во всех остальных объектах эти вариации имеют узкий интервал: от (–3) до (+ 8,2). Использование литературных источников по изотопам серы в золото-черносланцевых месторождениях показало, что вариации составов изотопов серы в сульфидах во времени (без данных по тяжёлому изотопу серы руд месторождения Бакырчик) близки к модели сульфатной кривой морской воды (Chang, Large, Maslennikov, 2008). Нанесение на диаграмму указанных авторов данных по месторождению Бакыр-

чик нарушает почти идеальную картину такого соответствия (см. рис. 2). Вероятно, для этого месторождения имелись, помимо сульфатной серы морской воды, и другие источники серы, поступавшей в сферу рудообразования.

Заключение

Таким образом, литология вмещающих пород золото-черносланцевого геолого-промышленного типа играет существенную роль в образовании руд золото-сульфидного состава. Доминирующую роль играет углеродистое вещество черносланцевых толщ, которое создаёт восстановительный режим в рудоотложении и вовлекается в последу-

ющий гидротермальный процесс, обогащающий и концентрирующий накопление золота в рудах. Накопление углеродистого вещества в чёрных сланцах происходило в условиях сероводородного заражения бассейнов. В последующем гидротермальном процессе углеродистое вещество присутствовало в составе фулеренов и металлоорганических соединений, переносивших золото во флюидах.

Химизм вмещающих пород золото-черносланцевых объектов венд-кембрийского уровня Горного Алтая, Салаира и Горной Шории наиболее близок к золоторудным объектам мирового класса с натровой специализацией (терригенно-углеродистой и кремнисто-углеродистой формаций). Они и являются более перспективными.

Важную роль в накоплении золота играли также первичные сульфиды (в особенности осадочный пирит фрамбоидальной микроструктуры). Изучение тяжёлого изотопа серы в сульфидах золото-черносланцевых месторождений различных регионов мира показало, что вариации изотопов серы близки к сульфатной кривой морской воды древних бассейнов на протяжении от докембрия до палеогена. Исключения составляют вариации изотопов серы месторождения Бакырчик. Руды этого месторождения, помимо сульфат-редукции серы, имели и другой источник, возможно, ювенильный.

Список литературы

1. Буряк В.А., Неменман С.Г. Метаморфизм и оруденение углеродистых толщ Приамурья. – Владивосток, 1988. – 116 с.
2. Гусев А.И., Рожченко В.А. Эксгальационно-осадочный рудогенез в разрезах кембрия и девона Горного Алтая, Салаира и Горной Шории / Горно-геологическое образование в Сибири. 100 лет на службе науки и производства. – Томск, 2001. – С. 211–214.
3. Гусев А.И. Металлогения золота Горного Алтая и южной части Горной Шории. – Томск, Изд-во STT, 2003. – 308 с.
4. Ермолаев Н.П., Созинов Н.А., Филициан Б.С. Новые вещественные типы руд благородных и редких металлов в углеродистых сланцах. – М.: Наука, 1992. – 167 с.
5. Ефремова С.В., Стафеев К.Г. Петрохимические методы исследования горных пород: справочное пособие. – М.: Недра, 1985. – 511 с.
6. Коробейников А.Ф. Особенности распределения золота в породах черносланцевых формаций // Геохимия. – 1988. – № 11. – С. 1618–1625.
7. Коробейников А.Ф., Масленников В.В. Закономерности формирования и размещения месторождений благородных металлов северо-восточного Казахстана. – Томск, 1994. – 337 с.
8. Котов Н.В., Зверев Н.Ю., Порицкая Л.Г. Золото-черносланцевое рудообразование (Центральные Кызылкумы). – СПб.: Невский курьер, 1993. – 116 с.
9. Марченко Л.Г. Наноминералогия благородных металлов: проблемы образования и обогащения тонкодисперсных руд // Благородные и редкие металлы Сибири и Дальнего Востока: рудообразующие системы месторождений комплексных и нетрадиционных типов руд. – Иркутск: Изд-во Института географии СО РАН, 2005. – Т. 2. – С. 201–205.
10. Новожилов Ю.И., Гаврилов А.М. Золото-сульфидные месторождения в углеродисто-терригенных толщах. – М.: ЦНИГРИ, 1999. – 177 с.
11. Chang Z., Large R.R., Maslennikov V. Sulfur isotopes in sediment-hosted orogenic gold deposits: Evidence for an early timing and a seawater sulfur source // *Geology*. – 2008. – Vol. 36. – № 12. – P. 971–974.

References

1. Buryak V.A., Nemenman I.S., Parada S.G. Metamorfizm i orudnenie v uglerodistykh tolshc Priamurya. Vladivostok. 1988. 116 p.
2. Gusev A.I., Rozhenko V.A. Eksgalyacionno-osadochny rudogenez v razrezakh kembriya i devona Gornogo Altaya, Salaira i Gornoy Shorii // *Regionalnaya geologiya, geologiya mestorozheniy poleznykh iskopaemykh*. Tomsk, 2001. pp. 211–214.
3. Gusev A.I. Metallogeniya zolota Gornogo Altaya i yuzhnoi chasti Gornoy Shorii. Tomsk, 2003. 305 p.
4. Ermolaev N.P., Sozinov N.A., Phlitzijan B.S. Novye veshchestvennye tipy rud blagorodnykh i redkikh metallov v uglerodistykh slantsakh. M.: Nauka, 1992. 167 p.
5. Efremova S.V., Stafeyev K.G. Petrokhimicheskie metody issledovaniya gornykh porod. M. Nedra. 1985. 511 p.
6. Korobeinikov A.F. Osobennosti raspredeleniya zolota v porodakh chernoslantsevykh formatsiy // *Geokhimiya*, 1988. no. 11. pp. 1618–1625.
7. Korobeinikov A.F., Maslennikov V.V. Zakonomernosti formirovaniya i razmescheniya mestorozhdeniy blagorodnykh metallov severovostochnogo Kazakhstana. Tomsk. 1994. 337 p.
8. Kotov N.V., Zverev N.Yu., Poritskaya L.G. Zoloto-cher-noslantsevoe rudoobrazovanie (Tsentralnye Kyzylkumy). SPb., Nevskiy kurer, 1993. 116 p.
9. Marchenko L.G. Nanomineralogiya blagorodnykh metallov: problemy obrazovaniya i obogasheniya tonkodispersnykh rud // *Blagorodnye i redkie metally Sibiri i Dalnego Vostoka: rudoobrazujushchie sistemy mestorozhdeniy kompleksnykh i netradichionnykh tipov rud*. Irkutsk, 2005. pp. 205–208.
10. Novozhilov Yu.I., Gavrilov A.M. Zoloto-sulfidnye mestorozhdeniya d uglerodsto-terrigennykh tolschakh. M.: Nedra, 1999. 175 p.
11. Chang Z., Large R.R., Maslennikov V. Sulfur isotopes in sediment-hosted orogenic gold deposits: Evidence for an early timing and a seawater sulfur source // *Geology*. 2008. Vol. 36. no. 12. pp. 971–974.

Рецензенты:

Бочаров В.Л., д.г.-м.н., профессор, ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет» Минобрнауки России, г. Воронеж;

Поцелуев А.А., д.г.-м.н., профессор, заведующий кафедрой общей геологии и землеустройства ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск.

Работа поступила в редакцию 11.09.2012.

УДК 537.622

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ МИНЕРАЛОГИИ

¹Портнов В.С., ²Юров В.М., ¹Турсунбаева А.К., ¹Тен Т.Л.,
¹Султанбекова Э.Б., ¹Лайысов Н.Г.

¹Карагандинский государственный технический университет, Караганда;

²Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова,
Караганда, e-mail: g.duganova@kstu.kz

Рассмотрены вопросы самопроизвольного образования минералов. Предложена модель, которая дает физические представления о процессе гомогенного зародышеобразования. В рамках предложенной модели получено, что радиус зародыша практически не зависит от вида атомов минерала. Эволюционные процессы, протекающие в минеральной среде, приводят к эволюции свойств минералов. Получено выражение, определяющее врожденное свойство минерала, которое определяется свойствами минеральной среды в момент его зарождения. Анализ эволюционных изменений минеральной системы с учетом присущей ей врожденной способности позволяет сформулировать следующие основные положения концепции эволюционности развития минералов: минерал обладает способностями саморазвития, самоорганизации и адаптации, соотносящимися с определенными свойствами минералогической среды; потеря минералом врожденной способности чревата его разрушением; предпочтительной формой развития минеральной системы является такая, при которой качество врожденной способности системы не меняется, но может меняться количество. В этом случае минеральная система развивается эволюционно.

Ключевые слова: минерал, эволюция, врожденная способность

SOME QUESTIONS OF GENETIC MINERALOGY

¹Portnov V.S., ²Yurov V.M., ¹Tursunbaeva A.K., ¹Ten T.L.,
¹Sultanbekova A.B., ¹Laysov N.G.

¹Karaganda state technical university, Karaganda;

²Karaganda state university of E.A. Buketov, Karaganda, e-mail: g.duganova@kstu.kz

Questions of spontaneous formation of minerals are considered. The model which gives physical representations about process of homogeneous formation of germs is offered. Within the limits of the offered model it is received, that the germ radius practically does not depend on a kind of atoms of a mineral. The evolutionary processes proceeding in the mineral environment, lead to evolution of properties of minerals. The expression defining congenital property of a mineral which is defined by properties of the mineral environment at the moment of its origin is received. The analysis of evolutionary changes of mineral system taking into account knack inherent in it allows to formulate following substantive provisions of the concept of evolution of development of minerals: the mineral possesses abilities of self-development, self-organising and the adaptation, conformed to certain properties of the mineralogical environment; loss by a knack mineral is fraught with its destruction; the preferable form of development of mineral system is such at which quality of knack of system does not vary, but the quantity can vary. In this case the mineral system carries out evolutionary development.

Keywords: mineral, evolution, knack

Генетическая минералогия является наиболее сложным объектом исследования в науках о Земле.

Генетическая минералогия выясняет условия, закономерности, процессы, приводящие к образованию минералов и их месторождений. Отсюда объектами исследования генетической минералогии являются как сами минералы, так и минеральные месторождения [1–5].

В настоящей работе мы затронем лишь некоторые вопросы генетической минералогии, представляющие, на наш взгляд, не только фундаментальный, но и практический интерес.

Модель гомогенного зарождения минералов

Здесь мы хотим продемонстрировать одну простую модель, которая дает некоторые физические представления о процессе гомогенного зародышеобразования. В од-

нородной среде с плотностью числа частиц n вероятность $W(r)$ того, что ближайший сосед находится на расстоянии r_k от выбранной частицы, нетрудно получить из классической статистической физики, и она равна:

$$W(r_k) = 4\pi n r_k^2 \exp[-4\pi n^2 r_k^3 / 3]. \quad (1)$$

Вероятность нахождения N частиц в зародыше радиусом r_k равна, очевидно,

$$W_N(r_k) = \prod_{i=1}^N W_i(r_k).$$

Вероятность (1) мы определим, с другой стороны, как отношение энергии борковского атома ($E = z^2 / 2a$, z – заряд, $a = \text{const}$) к полной энергии системы (идеальный газ) ($3/2 nkT_0$). Это сделано для того, чтобы качественно оценить, будет ли отличаться критический радиус зародыша r_k , напри-

мер, для различных металлов? Таким образом, мы имеем

$$\frac{z^2/2 a \cdot N}{3/2 nkT_0} = (4\pi n)^N r_k^N \exp\left[\frac{-4\pi N n^2 r_k^3}{3}\right]. \quad (2)$$

Логарифмируя обе части (2) и проводя несложные преобразования, получим:

$$-9 \ln 10 + \ln\left(\lambda \frac{Z^2}{T_0}\right) + \frac{3}{2} n \frac{T_0}{\Delta T} = \frac{4\pi}{3} N n^2 r_k^3. \quad (3)$$

Здесь первый член возникает при подстановке констант, $\alpha = 1$ – обеспечивает единую размерность величин, T_0 – температура плавления, $\Delta T = T_0 - T_1$ – переохлаждение. Из (3) видно, что первые два члена слева пренебрежимо малы по сравнению с остальными. Это сразу убирает зависи-

мость r_k от Z , т.е. от вида атомов кристаллизующегося вещества. Окончательно из (3) имеем:

$$N \cdot r_k^3 = \frac{1}{\pi n} \cdot \frac{T_0}{\Delta T}. \quad (4)$$

Если сделать оценку по средним величинам: $r_k \sim 1$ нм, $T_0 \sim 1000$ (для металлов), $\Delta T \sim 100$, $n = N_L$ – числу Лошмидта $\sim 3 \cdot 10^{19}$ см⁻³, то мы получим для числа частиц в зародыше $N \sim 100$. Ниже мы приводим данные, взятые из работы [6]. Видно, что наши оценки по формуле (4) качественно согласуются с экспериментальными данными. Действительно, радиус r_k зародыша практически не зависит от вида атомов металла, среднее число N частиц в зародыше имеет один порядок.

Таблица 1

Параметры кинетики зародышеобразования при кристаллизации переохлажденных металлов [6]

Металл	T_0 , К	ΔT , К	r_k , нм	N
Ртуть	234	90	0,8	100
Олово	505	180	0,8	130
Висмут	544	200	0,8	30
Свинец	600	170	1,1	180
Германий	1210	295	0,9	130
Серебро	1234	253	1,2	430

Из (4) следует, что в правой части стоят параметры, величину которых не изменишь в широких пределах, т.е.

$$N \cdot r_k^3 \approx \text{const}. \quad (5)$$

Соотношение (5) приближенно выполняется для многих веществ. Оно показывает, что на уровне наномасштабов зарождение минералов не зависит от сорта атома, участвующего в формировании зародыша минерала. Глубокие причины подобных корреляций пока еще не ясны.

Эволюция свойств минералов

Согласно идеям академика Н.П. Юшкина [7], взаимосвязи между минералом и минералогической средой подразделяются на:

а) энергетические, обеспечивающие обмен энергией при структурных преобразованиях индивида;

б) вещественные, связанные с поступлением вещества из среды в минеральный индивид, обеспечивающие его рост, или, наоборот, разрушение индивида и удаление вещества из минерала в среду;

в) информационные – передача особенностей структурной организации вещества и энергии от среды к минералу и обратно.

В работе [8] для магнитной восприимчивости χ минерала нами получено следующее выражение:

$$\chi = A \frac{N}{G^0}, \quad (6)$$

где A – некоторая постоянная для данных условий измерения; N – число магнитных диполей в минерале; G^0 – энергия Гиббса минеральной среды.

Из термодинамики известно, что

$$G^0 = U - TS + PV, \quad (7)$$

где U – внутренняя энергия минеральной среды, отвечающая за энергетическую связь с минералом; T – температура среды; S – энтропия, отвечающая за информационные взаимодействия; P – давление; V – объем.

Последний член в уравнении (7) отвечает за вещественную связь, поскольку согласно классической термодинамике:

$$PV = \frac{m}{\mu} RT.$$

Для электропроводности, коэффициента теплопроводности и т.д. получаются соотношения, аналогичные (6).

Любой район нашей планеты отличается от такового для других районов, что ска-

зывается в различиях G^0 и, соответственно, в различных значениях физических свойств минералов. Эволюционные процессы, протекающие в минеральной среде, приводят к эволюции свойств минералов в соответствии с (6).

Природные свойства минералов определяют их технологические свойства [9]. Последние формируются в единой геолого-технологической системе на различных уровнях организации минерального вещества. Они определяют основные факторы извлекаемости (обогащаемости) полезного компонента. Изменение минеральной среды в отвалах, хвостохранилищах, скважинах, отработанных карьерах и рудниках приводит к изменению свойств минералов и возможному изменению экологической обстановки (особенно для урановых и ряда других рудников) в регионе.

Моделирование эволюции свойств минералов при изменении свойств минеральной среды представляет собой важную задачу современного экологического мониторинга.

«Врожденные» свойства минералов

Количественные изменения могут приводить к изменению одних качеств, в то время как другие могут оставаться неизменными. Качества претерпевают изменения не одновременно, причем одни чаще, другие реже, а третьи сохраняются на протяжении периода существования объекта. Последнее качество объекта определяется его врожденной способностью. Как отмечал Аристотель: «Каждое из них называется таким не потому, что кто-то находится в каком-то состоянии, а потому, что оно имеет врожденную способность или неспособность легко что-то делать или ничего не претерпевать» [10].

В работах [11, 12] в рамках неравновесной термодинамики была получена формула для функции Φ отклика произвольной системы на внешнее воздействие. Разлагая экспоненту в знаменателе Φ (см. [11, 12]) в ряд и пренебрегая малыми членами, в линейном приближении нетрудно получить, полагая $\Phi = \Xi$ – относительной величине физического свойства минерала (например, $\Phi = \chi/\chi_0$):

$$\Xi = \epsilon \ln W, \tag{8}$$

где ϵ – параметр модели; W – характеризует «ресурсы» физического свойства минерала.

В начальный момент образования минерала – $W = \epsilon$, так что

$$\Xi_v = \epsilon \ln \epsilon. \tag{9}$$

Полученное выражение и есть врожденное свойство минерала.

Если сопоставить выражения (6) и (9), то видно, что врожденное свойство минерала определяется свойствами минеральной среды в момент его зарождения (через G^0). Например, руды большинства месторождений золота и серебра Казахстана (около 65%) имеют значительную твердость, 70% их представлены кварцем, около 25% – полевым шпатом. Коэффициент крепости горной массы колеблется в пределах 13–17 по шкале Протодяконова. Ценный компонент – серебро и золото – представлен в виде электрума и имеет тонкую вкрапленность. Эти особенности минеральной среды обуславливают отличия в свойствах золотосодержащих минералов и высокие требования к работе цикла дробления руды.

В табл. 2 представлены данные по энергии Гиббса золотосодержащих минералов [13]. Здесь, не делая большой ошибки, принято $G^0 \approx |-\Delta G^0|$.

Таблица 2

Энергия Гиббса основных золотосодержащих минералов

Минерал	$-\Delta G^0$ кДж/моль	Минерал	$-\Delta G^0$ кДж/моль
галенит	3132	халькопирит	178490
арсенопирит	109500	сфалерит	203570
висмутин	152900	гематит	741700
пирит	162000	кварц	855690

Действительно, в соответствии с формулой (6), эффективность дробления (которая также $\sim 1/G^0$) золото-кварц-сульфидных руд значительно ниже, чем перечисленных выше. В связи с этим большинство место-

рождений упорных руд Казахстана пока не разрабатываются.

Используя (6) и (9), можно экспериментально определять врожденное физическое свойство минерала. Например, измеряя χ/χ_0

как функцию температуры, можно определить врожденное магнитное свойство минерала. Таким же образом можно определять и врожденные электрические, тепловые и другие свойства минералов.

Заключение

Анализ эволюционных изменений минеральной системы с учетом присущей ей врожденной способности позволяет сформулировать следующие основные положения концепции эволюционности развития минералов.

– минерал обладает способностями саморазвития, самоорганизации и адаптации, соотносящимися с определенными свойствами минералогической среды;

– потеря минералом врожденной способности чревата его разрушением;

– предпочтительной формой развития минеральной системы является такая, при которой качество врожденной способности системы не меняется, но может меняться количество. В этом случае минеральная система развивается эволюционно.

Список литературы

1. Барабанов В.Ф. Генетическая минералогия. – Л.: Недра, 1977. – 326 с.
2. Григорьев Д.П., Жабин А.Г. Онтогенез минералов. Индивидуальность. – М.: Наука, 1979. – 337 с.
3. Бушмакин А.Ф. Унаследованное строение кристаллов пирита из пород с углеродистым веществом. Проблемы онтогенеза минералов. – Л.: Наука, 1980. – С. 73–82.
4. Булах А.Г. Общая минералогия. – СПб.: Изд-во СПб университета, 1999. – 356 с.
5. Сустанов О.А. Генетическая минералогия: учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во УГГА, 2002. – 40 с.
6. Скрипов В.П., Коверда В.П. Проблемы кристаллографии: К столетию со дня рождения академика А.В. Шубникова. – М.: Наука, 1987. – С. 232–246.
7. Юшкин Н.П. Теория и методы минералогии. – Л.: Наука, 1977. – 291 с.
8. Портнов В.С., Юров В.М. Связь магнитной восприимчивости магнетитовых руд с термодинамическими параметрами и содержанием железа // Известия вузов. Горный журнал. – 2004. – № 6. – С. 122–127.
9. Изойтко В.М. Технологическая минералогия и оценка руд. – СПб.: Наука, 1997. – 582 с.
10. Дьяченко А.В. Основания теории трансформационной экономики. – Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2001. – 120 с.
11. Портнов В.С. Термодинамический подход к задачам геофизического опробования железорудных месторождений. – Караганда: КГТУ, 2003. – 212 с.
12. Яворский В.В., Юров В.М. Прикладные задачи термодинамического анализа неравновесных систем. – М.: Энергоатомиздат, 2008. – 338 с.
13. Буллах А.Г., Буллах К.Г. Физико-химические свойства минералов и компонентов гидротермальных растворов. – Л.: Недра, 1978. – 167 с.

References

1. Barabanov V.F. Genetic mineralogy. L.: Nedra, 1977. 326 p.
2. Grigorev D.P., Zhabin A.G. Ontology of minerals. Individuals. M.: Nauka. 1979. 337 p.
3. Bushmakina A.F. The inherited structure of pirit crystals from breeds with carbonaceous substance. Problems of ontology of minerals. L.: Nauka. 1980. pp. 73–82.
4. Bulah A.G. The general mineralogy. Spb.: university Publishing house Spb. 1999. 356 p.
5. Sustavov O.A. Genetic mineralogy. The manual. Ekaterinburg.: publishing house UGGA. 2002. 40 p.
6. Skripov V.P., Koverda V.P. In the book: Problems of crystallography: By century from the date of a birth of academician A.V. Shubnikov. M.: Nauka, 1987. pp. 232–246.
7. Jushkin N.P. The theory and mineralogy methods. L.: Nauka, 1977. – 291 p.
8. Portnov V.S., Jurov V.M. Communication of a magnetic susceptibility of iron ores with thermodynamic parameters and the iron maintenance. – News of high schools. Mountain magazine, 2004. no. 6. pp. 122–127.
9. Izoitko V.M. Technological mineralogy and estimation of ores. Pb.: Nauka, 1997. 582 p.
10. Djachenko A.V. The bases of the theory of transformation of economy. Volgograd: Publishing house VolGU, 2001. 120 p.
11. Portnov V.S. The thermodynamic approach to problems of geophysical approbation of deposits of iron ores. Karaganda: KGTU, 2003. 212 p.
12. Yavorsky V.V., Jurov V.M. Applied problems of the thermodynamic analysis of nonequilibrium systems. M.: Energoatomizdat, 2008. 338 p.
13. Bulah A.G., Bulah K.G. Physical and chemical properties of minerals and components of hydrothermal solutions. L.: Nedra, 1978. 167 p.

Рецензенты:

Ходжаев Р.Р., д.т.н., профессор, директор «Научно-инженерный центра «ГЕОМАРК», г. Караганда;

Емелин П.В., д.т.н., профессор, начальник отдела предупреждения ЧС и управления рисками, КазНИИ по безопасности работ в горной промышленности, г. Караганда. Работа поступила в редакцию 09.02.2012.

УДК 371.123+371.12.011.3-051:811

ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ ПРОСТРАНСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ИНОЯЗЫЧНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ КАДРОВ

Мещерякова Е.В., Локтюшина Е.А.

*ГОУ ВПО «Волгоградский государственный социально-педагогический университет»,
Волгоград, e-mail: elenam7@yandex.com, lealok@gmail.com*

Статья посвящена актуальным проблемам современного языкового образования. Авторами анализируются цели и содержание профессиональной подготовки управленческих кадров в современных условиях глобализации, рассматриваются роль и функции образовательного пространства в создании среды профессиональной деятельности. Доказывается необходимость учета потенциала образовательного пространства в формировании профессиональной иноязычной компетентности специалистов в области управления на основе единства освоения профессионального и языкового опыта в процессе иноязычной подготовки. Рассматривается процесс формирования профессиональной иноязычной компетентности управленцев, уточняются специфические характеристики локальных образовательных пространств, тенденции проектирования образовательного пространства, моделирующего условия формирования профессиональной иноязычной компетентности управленцев. Анализируются перспективы дальнейшего развития проблематики исследования.

Ключевые слова: языковое образование, профессиональная иноязычная компетентность, образовательное пространство, управленческие кадры, внутренние и внешние факторы

EDUCATIONAL ENVIRONMENT OF FORMATION PROFESSIONAL AND FOREIGN LANGUAGE COMPETENCE OF ADMINISTRATIVE STAFF

Meshcheryakova E.V., Loktyushina E.A.

*Volgograd State Social-Pedagogical University, Volgograd,
e-mail: elenam7@yandex.com, lealok@gmail.com*

The article is devoted to current issues of modern language education. The authors analyze the objectives and the content of professional training of Human-resources managers in the modern conditions of globalization, they also consider the role and the functions of educational environment in creating the area of professional activity. The necessity of taking into consideration the potential of educational environment in forming professional and foreign languages competency of administrative staff on the basis of unity of development professional and linguistic experience in the process of foreign language training is being proved. The process of language manager competence formation, specific characteristics of local educational environments, tendencies of projecting educational environment modeling the conditions of forming professional and foreign languages competency of Human-resources managers are described in the article. The prospects for further development of perspectives of the study are being analyzed.

Keywords: language education, professional and foreign language competency, educational environment, administrative staff, internal and external factors

Интенсивное развитие международных контактов, глобализация и интеграция нашей страны в мировое экономическое пространство послужили стимулом к развитию международного сотрудничества и партнерства в области управления кадрами, что привело к увеличению спроса на высококвалифицированных специалистов, владеющих иностранным языком на продвинутом уровне, т.е. способных решать управленческие задачи, используя речеповеденческие стратегии ведения иноязычной профессиональной коммуникации.

Формирующийся экономический рынок в России создает условия для непосредственно сотрудничества специалистов в области управления с зарубежными партнерами, поиска новых рынков, расширения сферы сбыта, обмена опытом, освоения новых видов деятельности, участия в международных выставках, ярмарках, конференциях и конгрессах.

Профессиональная иноязычная компетентность персонала как его интегральная личностная характеристика влияет на его статус и положение в компании, мультинациональном предприятии, определяет перспективы его профессионального роста, способствует реализации карьерных амбиций и в конечном итоге личностной самореализации. Причем языковая политика, проводимая компанией, коммуникативный климат, система языковой подготовки оказывают непосредственное влияние и на региональный рынок труда в целом, определяя стратегии его дальнейшего развития.

Языковое образование в создавшейся ситуации рассматривается в качестве важного резерва социально-экономических преобразований в стране, основного инструмента успешной жизнедеятельности человека в поликультурном и мультилингвальном сообществе людей, фактора культурного и интеллектуального разви-

тия и воспитания личности, обладающей общепланетарным мышлением. Назревает острая необходимость приведения языковой политики к новым реалиям общества, разработки новой образовательной технологии [2, с. 236].

В связи с изменившимися подходами к подготовке специалиста перед языковым образованием в вузе стала задача формирования иноязычной коммуникативной компетенции как структурной составляющей общей профессиональной компетентности. Однако овладение иностранным языком на уровне общения в иноязычной среде без учета специфики профессии, без обучения речеповеденческим стратегиям в определенном профессиональном контексте не соответствует требованиям современного рынка труда, затрудняет включение будущего специалиста в процессы международного сотрудничества.

Основной причиной существующих очевидных трудностей в подготовке управленцев к решению профессиональных задач, используя иноязычные стратегии и тактики, является отсутствие единства освоения профессионального и языкового опыта в процессе иноязычной подготовки в вузе. Эти два опыта не имеют целостного представления в содержании образования как профессиональной компетенции качественно нового вида. Наблюдается недооценка потенциала дисциплины «Иностранный язык» как средства получения профессиональных знаний через освоение профессионального пласта культуры изучаемого языка, а также отсутствие согласования содержания предметной области выбранной профессии с возможностью освоения этой области средствами иностранного языка.

Необходимость использования компетентностного подхода в профессиональном образовании в качестве методологического регулятива построения образовательного процесса связано с пониманием массового непрерывного образования в мире как способа преодоления социально-образовательных проблем. Это привело к пересмотру роли образования. Оно стало жизнедеятельностью, включающей множество иных форм общения [1]. Модернизация системы высшего образования на основе компетентностного подхода призвана сформировать способность применять освоенный опыт в реальных жизненных ситуациях, решать профессиональные задачи в соответствии с конкретной областью и видами деятельности.

Для специалистов в сфере управления областью их профессиональной деятельности является разработка философии,

концепции, кадровой политики и стратегии управления персоналом. Объектами этой деятельности признаются службы управления персоналом организаций любой организационно-правовой формы, видами деятельности служат организационно-управленческая и экономическая, информационно-аналитическая, социально-психологическая и проектная деятельность [5, с. 4–6]. Следовательно, специалист данной сферы должен быть готов к решению профессиональных задач в соответствии с перечисленными видами деятельности.

На основании перечня общекультурных и профессиональных компетенций, изложенных в стандартах третьего поколения высшего профессионального образования, можно сделать вывод, что **целью** органически связанного профессионального и языкового образования в системе подготовки управленческих кадров является формирование *профессиональной иноязычной компетентности* будущего специалиста через освоение профессионального и языкового опыта в ситуациях межкультурного взаимодействия в образовательном пространстве квазипрофессиональной деятельности.

Профессиональным компонентом формируемой компетентности выступает профессиональный опыт, осваиваемый через систему задач, направленных на предоставление будущим специалистам возможности овладения видами и способами профессиональной деятельности на уровне, позволяющем им решать управленческие вопросы, успешно функционировать в своей среде с учетом специфики межкультурной коммуникации.

Иноязычный компонент представляет собой систему интегрированных компетенций (лингвистической, дискурсивной, межкультурной), что означает знание и владение основными аспектами современной профессиональной коммуникации, практическое владение языковыми средствами, способность представить содержательную сторону своей профессиональной области с помощью этих средств, обладание иноязычной культурой, способность к принятию решений в отношении своего речевого поведения, нахождение более эффективных способов достижения культурного взаимопонимания.

Помимо этого профессиональная иноязычная компетентность предполагает сформированность когнитивной компетенции, то есть наличие способности и готовности к познанию окружающей действительности через использование языковых средств, приобщение к мировой культуре через обращение к мировым информационным бан-

кам данных, познание духовного наследия стран и народов, анализ и оценку ситуаций реальной деловой коммуникации в межкультурном контексте.

Неотъемлемым личностным качеством современного управленца является готовность к рефлексии, то есть субъективному анализу своего коммуникативного потенциала, контролю и оценке своих речевых действий, способность адаптироваться к иному ментальному и культурному пространству, осознавая собственную уникальность и неповторимость.

Исходя из такого понимания цели языкового образования в системе вузовской подготовки, напрашивается вывод, что содержание нового типа образования, нацеленного на формирование профессиональной иноязычной компетентности, складывается из **опыта профессиональной деятельности**, освоение которого происходит в процессе овладения предметно-деятельностной стороной специальных дисциплин, и **языкового опыта**, приобретаемого на основе межсубъектного взаимодействия в ситуациях межкультурного общения, протекающих в форме рефлексии, творчества и саморазвития.

Таким образом, система языковой подготовки в вузе дает возможность студентам овладеть речеповеденческими стратегиями иноязычной деятельности при планировании кадровой стратегии управления персоналом, при разработке стратегии профессионального развития персонала, организации и контроле профессиональной переподготовки и повышения квалификации персонала, мотивации труда, анализе рынка труда, управлении этикой деловых отношений, конфликтами и стрессами, разработке, обосновании и внедрении проектов.

Для реализации этой возможности необходимо когнитивное образовательное пространство учебного заведения, создающее условия для одновременного освоения профессионального и языкового опыта, развития культуры мышления, способности к восприятию, обобщению и экономическому анализу информации, постановке цели и выбору путей ее достижения. Структурные элементы этого пространства формируют готовность к кооперации с коллегами, к работе на общий результат, развивают навыки организации и координации взаимодействия между людьми, контроля и оценки эффективности деятельности других. Но в первую очередь, образовательное пространство создает квазипрофессиональную среду, в которой происходит осознание социально-экономической значимости будущей профессии, формирование мотивации

к выполнению профессиональной деятельности, стремление к личностному и профессиональному саморазвитию, развиваются умения критически оценивать личные достоинства и недостатки, учитываются последствия управленческих решений и действий с позиции социальной ответственности.

Образовательный стандарт специальности «Управление персоналом» предполагает, что будущие управленцы должны будут овладеть одним из иностранных языков на уровне, обеспечивающем эффективную профессиональную деятельность (ОК-15), то есть профессиональная иноязычная компетентность должна быть сформирована на уровне, позволяющем управленцам осуществлять деловое общение, владеть стратегиями публичных выступлений, переговоров, проводить совещания, вести деловую переписку, осуществлять электронные коммуникации.

Под образовательным пространством формирования профессиональной иноязычной компетентности мы понимаем педагогическую категорию, целостную интегративную единицу социума и мирового образовательного пространства, нормативно или стихийно структурированную и имеющую свою систему координат. Она способствует эффективной подготовке управленческих кадров к профессиональному языковому взаимодействию, социальному самоопределению, культурному, личностному, ментально-эмоциональному развитию, профессиональной и языковой подготовке, изменению личностного миропонимания и поведения. В структуре образовательного пространства, ядром которого является личность будущего специалиста, отражены социокультурная, лингвистическая, дискурсивная, межкультурная направленности.

Анализ потенциала образовательного пространства в профессиональной подготовке специалистов сферы управления показал, что в настоящий период образовательное пространство изменило свои черты, стало более масштабным. Взаимосвязь вуза с окружающим пространством, социумом упрочняется, и они испытывают усиленное влияние процессов, происходящих в мировом и локальном социокультурно-экономическом пространстве.

Потенциал языкового образовательного пространства в подготовке управленцев к решению профессиональных задач включает факторы, обусловленные:

1) возможностью *речевого воздействия, нейролингвистического программирования* и использования способов введения в поле

значений реципиента новых значений, связанных с осваиваемой сферой деятельности, формирование представлений о типах профессиональных коммуникациях;

2) формированием в процессе языковой подготовки внутренних и внешних убеждений в зависимости от целей и задач пространства, масштабы управленческой среды;

3) соблюдением *этапов формирования психологических характеристик речевой деятельности* – внимания, понимания, принятия, закрепления и перевода установки в поведение, а на иностранном языке – полной *автоматизации знаний*, умений и навыков, свободным использованием языковых средств, формированием вторичной языковой личности;

4) использованием различных типов квазипрофессиональных *ситуаций*, оценивания, созданием ситуаций общения, изменением своего «Я» через проигрывание ролей в этих ситуациях, использованием убеждений для самореализации в личностном образовательном пространстве; психологических особенностей взаимодействия (идентификация, стереотипизация, рефлексия, адаптация, самореализация); интерактивного обучения, ситуативного взаимодействия с учетом опыта субъектов образовательного пространства;

5) активизацией различных *форм взаимодействия* в образовательном пространстве (проектной, самостоятельной работы, информационных технологий);

6) активизацией использования различных *методов оценивания*, соответствующих данному образовательному пространству, его элементам и субъектам [3, с. 56].

Внешними факторами, определяющими потенциал образовательного пространства в подготовке управленческих кадров, выступают: связь локального образовательного пространства с другими пространствами; организационная система объединения преподавателей, включающая методы группировки, экономическую ситуацию в локальном образовательном пространстве, заказ социума, систему преподавания, цели образования, учебные планы, методы, модели группировки обучаемых, специфику людских ресурсов, администрации, преподавателей, студентов, локальную модель воспитательного процесса.

Анализ позитивной роли образовательного пространства вуза позволил выявить ряд положительных черт, типичных как для всех локальных пространств, так и единично используемых: появление большого разнообразия образовательных пространств, направленных на развитие субъектов взаи-

модействия (научных обществ, обществ по интересам, лекционных курсов внеучебного процесса, конференций студентов, преподавателей и др.). Знания, добываемые в этих подпространствах, воплощаются в духовные, материальные и деятельностные формы (научные доклады студентов, публикации пособий для учителей и преподавателей, издание больших словарей и др.). При этом контакты между локальными образовательными пространствами упрочиваются, студенты не ограничены только вузом. Контакты локальных образовательных пространств с мировым – лекции носителей языка, семинары, программы Оксфорда и Кембриджа [4], методическое обеспечение, подготовка к международным экзаменам, интернет-конференции, культурные контакты с носителями языка, преподавателями западного образовательного пространства, активизация использования средств массовой информации, информационных технологий, мультимедийных средств.

Процесс формирования профессиональной иноязычной компетентности управленцев охватывает три этапа:

1) овладение понятийным аппаратом будущей профессии и формирование иноязычных образов типовых профессиональных коммуникаций;

2) овладение способами выполнения профессиональных функций на уровне решения основных профессиональных задач;

3) ценностно-смысловая интеграция языкового опыта в структуру профессиональной деятельности с ориентацией на приоритетность функционального аспекта иноязычной деятельности в профессиональном контексте.

Каждый этап характеризуется конкретными целями, собственным содержанием, задействованием определенных психологических механизмов речевой деятельности, формами организации учебного процесса, технологиями и методами вовлечения студентов в учебную деятельность для достижения поставленных целей, критериями результативности.

Целью первого этапа является достижение уровня сформированности профессиональной иноязычной компетентности, при котором будущие управленцы осознают свою принадлежность к области избранной профессии через знакомство с типами современных организаций, их структурой, наименованием и распределением должностных обязанностей, овладение определенными формами деятельности и знакомство с особенностями функционирования организаций в различных культурных средах.

На втором этапе в образовательном пространстве проектируется процесс овладения способами выполнения профессиональных функций в иноязычной среде при решении основных профессиональных задач через знакомство с основами предпринимательской деятельности и развитие способности выполнять определенные функции в соответствии со спецификой управленческой среды.

На третьем этапе основной функцией образовательного пространства является обеспечение формирования у будущих управленцев способности и готовности успешно функционировать в сфере профессиональной деятельности, решать профессиональные задачи, непрерывно повышать свой образовательный уровень на основе умений использовать иностранный язык как средство достижения поставленных целей и профессионального роста.

Перспективы дальнейшего развития сферы исследования определяются, во-первых, необходимостью изучения проблематики, связанной со становлением языковой культуры специалиста в пространстве профессиональной деятельности: исследование современных тенденции развития рынка труда как основы для построения нового содержания профессионального образования. Во-вторых, это исследование проблем педагогического пространства развития личности специалиста: создание условий для развития индивидуальных образовательных траекторий (совершенствование форм и методов непрерывного языкового образования, подготовка к профессиональной и языковой сертификации в соответствии с международными стандартами, а также переосмысление содержания педагогической деятельности с ориентацией на внедрение консалтинговых и тьюторских услуг), совершенствование влияния уникальной университетской среды на становление профессионала через внедрение и развитие культурных традиций образовательного учреждения, а также пропаганду профессиональных и личностных достижений выпускников.

Список литературы

1. Ильин Г.Л. Философия образования (Идея непрерывности). – М.: Вузская книга, 2002, – 280 с.

2. Малетина Л.А., Матвеевко И.А., Сипайлова Н.Ю. Иноязычное образование в неязыковом вузе – развитие, проблемы, перспективы. Ж. Известия Томского политехнического университета. – 2006. – Т. 309 – № 3 – С. 236.

3. Мещерякова Е.В. Педагогическое взаимодействие в образовательном пространстве: методологические основы профессиональной подготовки учителя: монография. – Волгоград: Перемена, 2001. – 323 с.

4. Поляков А.А. Оксбридж – университеты в Оксфорде и Кеймбридже. Образование для россиян в Англии. – <http://www.globaldialog.ru/articles/oksbridzh-university-v-oksforde-i> (дата обращения 01.06.12).

5. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 080400 Управление персоналом квалификация (степень) бакалавр, – М., 2010. – 39 с.

References

1. Ilyin G.L. Filosofiya obrazovaniya (ideya nepreryvnosti) [Philosophy of education (idea of continuity)]. М.: Vuzkniga, 2002. 280 p.

2. Maletina L.A., Matveyenko I.A., Sipaylova N.U. Inoyazychnoe obrazovanie v neyazykovom vuze – razvitie, problemy, perspektivy [Language education in non-linguistic high school – development, problems, perspective]. Z. Izvestia Tomskoy Polytechnic University. 2006, Vol.309 no. 3 pp. 23.

3. Meshcheryakova E.V. Pedagogicheskoe vzaimodeystvie v obrazovatelnom prostranstve: metodologicheskie osnovy professionalnoy podgotovki uchitelya [Pedagogical interaction in pedagogical environment: methodology of training a foreign language teacher]: Monograph. – Volgograd: Peremena, 2001. 323 p.

4. Polyakov A.A. Oksbridzh-universitety v oksforde i keymbridzhe. Obrazovanie dlya rossiyan v anglii [Oxbridge – Universities in Oxford and Cambridge. Education for the Russians in England]. <http://www.globaldialog.ru/articles/oksbridzh-university-v-oksforde-i> (accessed 6 June 2012).

5. Federalnyy gosudarstvennyy obrazovatelnyy standart vysshego profesionalnogo obrazovaniya po napravleniyu podgotovki 080400 Upravlenie personalom kvalifikazii (stepen) bakalavr [Federal state educational standard of high professional education in training of 080400 Personnel management qualification (degree) bachelor]. Moscow, 2010. 39 p.

Рецензенты:

Бессарабова И.С., д.п.н., профессор, заведующая кафедрой лингвистики и межкультурной коммуникации ФГБОУ ВПО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при президенте РФ», Волгоградский филиал, г. Волгоград;

Митягина В.А., д.фил.н., профессор, заведующая кафедрой теории и практики перевода Волгоградского государственного университета, г. Волгоград.

Работа поступила в редакцию 24.08.2012.

УДК 37.022:001.895

ЛЕТНИЕ НАУЧНЫЕ ШКОЛЫ – ВАЖНЫЙ КОМПОНЕНТ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ НАЦИОНАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ УНИВЕРСИТЕТОВ К ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Наумкин Н.И., Грошева Е.П., Купряшкин В.Ф., Шекшаева Н.Н., Панюшкина Е.Н.

ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева»,

Саранск, e-mail: naumn@yandex.ru

Летние научные студенческие школы позволяют моделировать квазипрофессиональную инновационную среду и реализовать практически все современные методические подходы и педагогические технологии, обеспечивающие формирование у студентов компетентности в инновационной инженерной деятельности (КИИД). В предлагаемой статье описывается методика формирования КИИД у студентов национальных исследовательских университетов при обучении в условиях выездной научной школы специально спроектированным дополнительным дисциплинам («Компьютерное проектирование механических систем», «Методы решения нестандартных задач на основе теории решения изобретательских задач», «Избранные разделы механики»), образующим самостоятельный учебный блок. Требуемый результат предлагаемой методики достигается за счет интеграции обучения указанным дисциплинам с участием студентов в творческих конкурсах и социально-профессиональным общением с преподавателями и аспирантами на протяжении всего времени работы школы на основе проникающей технологии – педагогики сотрудничества. Эффективность функционирования школы подтверждена результатами педагогического эксперимента.

Ключевые слова: летняя научная школа, компетентность в инновационной инженерной деятельности (КИИД), компетенции, методика

SUMMER SCIENTIFIC SCHOOL – AN IMPORTANT COMPONENT OF STUDENT TRAINING OF NATIONAL RESEARCH UNIVERSITIES TO INNOVATIONNOY ACTIVITIES

Naumkin N.I., Grosheva E.P., Kupryashkin V.F., Shekshaeva N.N., Panyushkina E.N.

FGBOU VPO «Mordovia State University. NP Ogarev», Saransk, e-mail: naumn@yandex.ru

Summer school science student can simulate kvaziprofessionalnyu innovative environment and to implement almost all modern methodological approaches and teaching technologies that enable the formation of students' competence in innovation engineering (KIID). This article describes the method of forming the students KIID national research universities in teaching in a school of visiting a specially designed additional subjects («Computer-aided design of mechanical systems», «non-standard methods for solving problems based on the theory of inventive problem solving», «Selected topics mechanics») forming a separate training unit. The desired result of the proposed method is achieved by integrating the disciplines of training given by students in creative competitions and social and professional communication with faculty and graduate students for the duration of the school, based on the penetration of technology – pedagogy operation partners. The effectiveness of the school confirmed the results of the experiments.

Keywords: summer school of, expertise in innovative engineering (KIID), competence, method

Осуществлено при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках выполнения государственного задания, проект 53/18-12 «Формирование у студентов национальных исследовательских университетов компетентности в инновационной инженерной деятельности на основе погружения в инженерное творчество».

В Институте механики и энергетики (ИМЭ) ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева» разработана и последовательно реализуется в учебный процесс, начиная с 2001 г., методическая система формирования у студентов технических вузов компетентности в инновационной инженерной деятельности [5, 6] на основе интеграции всех компонентов инженерной подготовки в вузе. Одним из таких, на наш взгляд, основных компонентов выступают практики, в частности – летние выездные научные школы студентов,

аспирантов, молодых ученых. Первая такая школа была проведена нами в 2001-м году [1]. Ее деятельность была направлена на реализацию Государственного контракта по Федеральной целевой программе «Государственная поддержка интеграции высшего образования и фундаментальной науки». Необходимость в ее проведении была обусловлена вынужденным летним перерывом в цикле круглогодичной научной работы студентов. За это время многое забывалось, терялась творческая форма, требовалось время на ее восстановление. Необходимо было отыскать такую форму проведения занятий, которая совмещала бы в себе и активный отдых, и интенсивное обучение. В этих условиях школа выступала как одна из форм решения этих проблем. В предлагаемой статье описывается методика, формы и средства организации и проведения такой школы «Механик» в 2012 году в рамках ре-

лизации Программы развития студенческих объединений «Студенческие объединения как креативная составляющая научно-образовательного процесса в национальном исследовательском университете».

Основной целью проведения описываемого мероприятия является подготовка студентов к будущей профессиональной деятельности в условиях высокотехнологичных инновационных предприятий на основе формирования и развития у них компетентности в инновационной инженерной деятельности (КИИД).

В работе описываемой школы принимали участие студенты 2–4 курсов университета, обучающиеся по направлению «Агроинженерия», а также аспиранты ИМЭ и преподаватели общепрофессиональных дисциплин. Программой работы школы предусматривалось формирование у студентов инновационных способностей:

- при обучении специально разработанным для этого дополнительным дисциплинам;
- при участии в творческих конкурсах (КВН, деловые игры и др.)
- при участии в семинах активизации мышления (мозговой штурм, синектика, контрольные вопросы, гирлянды и др.);
- при участии в других мероприятиях.

Для достижения поставленной цели была разработана методическая подсистема формирования КИИД в условиях выездной школы, педагогическая модель которой идентична модели всей системы, предложенной ранее авторами [3],

включающая целевой, содержательный, процессуально-технологический и релаксационно-диагностический компоненты. В соответствии с этой моделью рассмотрим систему подготовки студентов в условиях школы.

Мотивационно-целевой компонент модели включает иерархию целей (главная и вспомогательные). Первая из них сформулирована выше, а в качестве вспомогательных ставились такие, как:

- 1) подготовка группы «решальщиков» (способных в будущем решать конкретные профессиональные задачи на уровне изобретений);
- 2) пропедевтика инновационных знаний;
- 3) подготовка организаторов для последующих школ;
- 4) апробирование новых педагогических подходов.

Содержательный компонент состоит из фундаментальных законов, понятий, научно-технических теорий, входящих в специально разработанный блок дополнительных дисциплин («Компьютерное проектирование механических систем»; «Методы решения нестандартных задач на основе теории решения изобретательских задач»; «Методы решения избранных задач по механике»). Такой выбор дисциплин не был случайным, так как они образуют автономный, самостоятельный и достаточный интегрированный блок, формирующий у студентов КИИД – умения получать инновационные продукты (рис. 1).



Рис. 1. Интеграция дисциплин по формированию КИИД

При решении избранных задач механики формируются и развиваются творческие технические способности – основа

инновационной инженерной деятельности (ИИД); при изучении методов решения нестандартных задач на основе теории

решения изобретательских задач формируется практически полный комплект компетенций, определяющих КИИД [3, 7]; обучение компьютерному проектированию механических систем формирует компетенции-умения практического получения инновационных продуктов (технической документации).

Этот компонент базируется на общедидактических и частнодидактических принципах, а также соответствующих им критериях отбора учебного материала. Содержание обучения помогает достичь сформулированной цели, а ее постановка определяет содержание обучения.

Цели обучения и содержание выше-названного блока дисциплин реализуются в учебном процессе в рамках *процессуаль-*

но-технологического компонента модели (рис. 2), который включает методы, формы и средства обучения. Принцип интеграции фундаментальных, профессионально направленных, проектных и изобретательских знаний и умений реализуется в методах обучения. Так, наряду с информационно-иллюстративным и репродуктивным применяются частично-поисковый, проблемный и исследовательский методы. Эти реализованные в учебном процессе методы способствуют развитию творческого потенциала студентов – залога их успеха в будущей инновационной инженерной деятельности. При использовании информационно-иллюстративного и репродуктивного методов осуществляется начальный этап изучения дисциплин.



Рис. 2. Процессуально-технологический компонент

При частично-поисковом методе студенты самостоятельно исследуют часть учебного познавательного материала и по выбранным ими методам и алгоритмам решения изобретательских задач разрешают поставленную перед ними преподавателем или ими самостоятельно проблему. Главное отличие исследовательского метода от других заключается в самостоятельности решения поставленных перед студентами задач (деловые игры, изобретательская и рационализаторская деятельность и др.).

Наряду с традиционными формами обучения (лекции, проектирование, лабора-

торные практикумы, практические занятия и др.), используются инновационные формы обучения (обучение в команде, обучение посредством научно-технического исследования и др.) для подготовки студентов к ИИД. Так, в рассматриваемом мероприятии использовалась разработанная авторами деловая игра «Фирма» [3, 4]. Из группы студентов (6–7 человек) самостоятельно организуется «фирма», которая работает на протяжении всей школы с проведением промежуточного контроля и заключительного зачета. Группа выбирает лидера, который, используя свои способности и методы решения изобретательских задач, организует работу «фирмы».

бретательских задач, например, «Мозговой штурм», проводит совещание группы по выбору рода деятельности организуемой «фирмы». Также коллегиально разрабатывается «фирменное наименование», на основании информации, полученной от преподавателя, о наименовании как объекте интеллектуальной собственности. Следующий этап игры – замещение должностей: директор, технический директор, главный конструктор, патентовед, экономист, маркетолог.

Основной этап деловой игры – разработка охраноспособного результата интеллектуальной деятельности (РИД: изобретения, полезной модели, промышленного образца, товарного знака). Самостоятельно выделить проблему в выбранной сфере деятельности, сформулировать задачу для ее разрешения. Из синтезированных технических решений выбирается охраноспособное. Разработка технического или художественно-конструкторское решение «фирма» должна оформить заявительские документы на выдачу патента РФ на полученное решение. Следующим заданием для «фирмы» является разработка товарного знака или знака обслуживания на предполагаемый к выпуску продукт (товар, услугу) и оформление заявительских материалов на регистрацию и выдачу свидетельства на товарный знак.

Защита проекта проходит в форме презентации каждой «фирмы». Слово предоставляется каждому члену «фирмы». Очередной оратор в соответствии с занимаемой должностью рассказывает о РИД, представляет разработанные ИП (фирменное наименование, товарный знак или знак обслуживания, изобретение, полезную модель, промышленный образец).

При этом невозможно использовать какую либо одну педагогическую технологию, она обязательно будет строиться на интеграции нескольких (рис. 3). В её основе лежит педагогика сотрудничества, разработанная отечественными педагогами-практиками во главе с Ш.А. Амонашвили. Она является одним из всеобъемлющих и богатейших педагогических обобщений, в котором соединились лучшие традиции советской, российской и зарубежной педагогики. Она также является «проникающей» технологией, так как в той или иной мере, входит во многие современные педагогические технологии. В соответствии с ее основными принципами положение, когда учитель рассматривается как субъект педагогического процесса, а ученик – как объект, заменяется на представление об ученике как о субъекте своего «учения».



Рис. 3. Интеграция педагогических технологий обучения в школе

Два субъекта одного процесса должны действовать вместе как партнеры, коллеги, составлять союз старшего и опытного с менее опытным, и никто из них не должен стоять над другим. При этом студенты сами

выбирают методы работы над ней и управляют сроками выполнения. Такое обучение значительно повышает креативность образовательного процесса, стимулирует проявление творческих способностей сту-

дентов, раскрепощает мышление и снимает психологическое напряжение в работе.

Релаксационно-диагностический компонент модели методической системы предполагает регулярный мониторинг и диагностику уровня сформированности у студентов технических вузов элементов, определяющих готовность к ИИД как преподавателями, так и самими студентами, анализ полученной информации, релаксацию и принятие соответствующих решений, а также их готовность к осознанному выбору будущей профессиональной ИИД. Он реализуется через систему информационно-компьютерной поддержки курса (разработанные и созданные учебники и учебные пособия, программные продукты), разноуровневые задания, систему тестов, проверяющих сформированность мотивационного, содержательного и процессуального компонентов инновационной деятельности.

Для проверки эффективности формирования у студентов компетентности в инновационной инженерной деятельности при обучении в школе был проведен педагогический эксперимент по разработанной нами ранее методике [2]. Слушатели школы проходили тестирование [2, 3] до начала обучения и после него. В ходе эксперимента выявлялся уровень владения ими компетенциями, определяющими их компетентность в ИИД. По результатам тестирования были построены лепестковые диаграммы (рис. 4), из которых следует, что до начала обучения у студентов в основном были сформированы эти компетенции на среднем уровне, равном 2, но они носили неравномерный характер, после обучения этот уровень существенно развился в среднем до значения 2,7, и, что особенно существенно, диаграмма стала носить более равномерный характер. Это позволяет сделать важный вывод о том, что, несмотря на краткосрочность проведения мероприятия, оно достаточно эффективно для формирования КИИД и гармонизирует уровни владения всем спектром компетенций.

Кроме того, как показала практика, в таких школах наиболее полно можно реализовать положение Д. Форей и Б. Лундвалла [8] о том, что накопление знаний как процесс обучения происходит в результате различных обучающих процессов:

- 1) обучение посредством практической деятельности (практический опыт (experience));
- 2) обучение посредством исследований (learning-by-researching) (образование);
- 3) обучение посредством социальных контактов (learning-by-interactions) (профессиональное и личное общение).

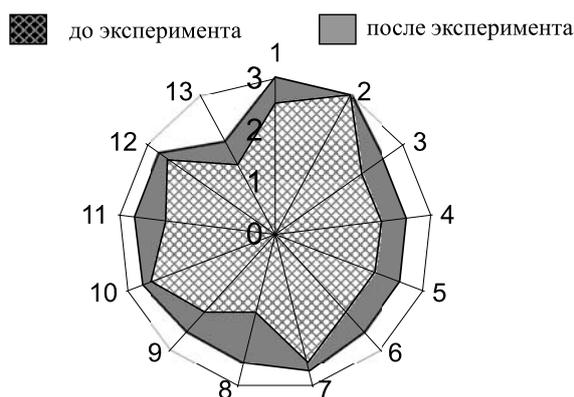


Рис. 4. Результаты педагогического эксперимента. Цифрами обозначены: 1 – уровень владения фундаментальными знаниями; 2 – уровень владения общетехническими знаниями; 3 – уровень владения специальными знаниями; 4 – уровень владения междисциплинарными знаниями; 5 – способность решать творческие задачи; 6 – способность решать инженерные задачи; 7 – способность к проектированию и конструированию; 8 – способность к изобретательству; 9 – способность к постановке задачи; 10 – способность самостоятельно принимать решение; 11 – умение работать в команде; 12 – способность представлять решение в конечном виде; 13 – владение технологией производства

При этом можно выделить следующие положительные и отличительные стороны функционирования школы:

- 1) управляемость формированием КИИД на каждом этапе обучения (непрерывный контроль СРС, постоянная обратная связь с руководителем, возможность консультации в любое время);
- 2) формирование мотивации к обучению (дух соперничества, накопительная система баллов, стимулирование успехов);
- 3) возможность моделирования инновационной ситуации (решение задачи в условиях ограничения времени, соперничества с другими участниками, ответственности перед командой и руководителем, необходимости принятия самостоятельного решения и др.);
- 4) высокая интенсивность работы (насыщенность мероприятий);
- 5) возможность реализации передовых активных технологий обучения;
- 6) разумное сочетание занятий с творческими конкурсами, мероприятиями и активным отдыхом;
- 7) объединение людей мыслящих в одном направлении;
- 8) взаимобмен опытом, знаниями, умениями между студентами разных кур-

сов, с разным уровнем подготовки, способностями, природными задатками, а также аспирантами, учеными, преподавателями;

9) формирование коммуникативных компетенций (возможность неформального общения студентов с преподавательским составом, культурное развитие, развитие умения в общении с коллективом);

10) возможность интеграции работы школы и усилий коллектива для решения конкретных задач производства и науки.

Список литературы

1. Наумкин Н.И. Опыт проведения региональных летних научных студенческих школ по механике // Регионология. – 2005. – № 4. – С. 159–165.
2. Наумкин Н.И. Оценка эффективности формирования у студентов технических вузов способности к инновационной инженерной деятельности в процессе обучения общетехническим дисциплинам // Сибирский педагогический журнал. – 2008. – № 8. – С. 30–38.
3. Наумкин Н.И. Педагогическая модель подготовки студентов к инновационной инженерной деятельности при обучении техническому творчеству / Н.И. Наумкин, Е.П. Грошева // Интеграция образования. – 2010. – № 2 (59). – С. 26–30.
4. Наумкин Н.И. Развитие способностей к инновационной инженерной деятельности у студентов технических вузов // Вестник Кыргызско-Российского университета. – 2008. – Т. 8, № 12. – С. 45–49.
5. Наумкин Н.И. Методическая система формирования у студентов технических вузов способности к инновационной инженерной деятельности // Наука и школа. – 2008. – № 6. – С. 4–8.
6. Наумкин Н.И. Формирование у студентов технических вузов способности к инновационной инженерной деятельности // Высшее образование сегодня. – 2008. – № 9. – С. 79–81.
7. Наумкин Н.И. Формирование у студентов технических вузов способностей к инновационной инженерной деятельности при обучении общетехническим дисциплинам // Педагогическое образование и наука. – 2008. – № 6. – С. 52–56.
8. Темпл Б.К. Гибкие технологии обучения в инновационном университете / Б.К. Темпл, И.А. Черемисина, А. Смит // Инженерное образование. – 2004. – № 4. – С. 80–87.

References

1. Naumkin N.I. Opyt provedeniya regionalnykh letnikh nauchnykh studencheskikh shkol po mekhanike // Regionologija. 2005. no. 4. pp. 159–165.
2. Naumkin N.I. Ocenka ehffektivnosti formirovaniya u studentov tekhnicheskikh vuzov sposobnosti k innovacionnoj inzhenernoj dejatel'nosti v processe obuchenija obshhetekhnicheskim disciplinam // Sibirskij pedagogicheskij zhurnal. 2008. no. 8. pp. 30–38.
3. Naumkin N.I. Pedagogicheskaja model' podgotovki studentov k innovacionnoj inzhenernoj dejatel'nosti pri obuchenii tekhnicheskomu tvorchestvu / N.I. Naumkin, E.P. Grosheva // Integracija obrazovaniya. 2010. no. (59). pp. 26–30.
4. Naumkin N.I. Razvitie sposobnostej k innovacionnoj inzhenernoj dejatel'nosti u studentov tekhnicheskikh vuzov / N.I. Naumkin // Vestnik Kyrgyzsko-Rossijskogo univer-siteta. 2008. T. 8, no. 12. pp. 45–49.
5. Naumkin N. I. Metodicheskaja sistema formirovaniya u studentov tekhnicheskikh vuzov sposobnosti k innovacionnoj inzhenernoj dejatel'nosti / N.I. Naumkin // Nauka i shkola. 2008. no. 6. pp. 4–8.
6. Naumkin N.I. Formirovanie u studentov tekhnicheskikh vuzov sposobnosti k innovacionnoj inzhenernoj dejatel'nosti // Vyshee obrazovanie segodnja. – 2008. – № 9. – P. 79 – 81.
7. Naumkin N.I. Formirovanie u studentov tekhnicheskikh vuzov sposobnostej k innovacionnoj inzhenernoj dejatel'nosti pri obuchenii obshhetekhnicheskim disciplinam // Pedagogicheskoe obrazovanie i nauka. 2008. no. 6. pp. 52–56.
8. Templ B.K. Gibkie tekhnologii obuchenija v innovacionnom universitete / B.K. Templ, I.A. Cheremisina, A. Smit // Inzhenernoe obrazovanie. 2004. no. 4. pp. 80–87.

Рецензенты:

Майков Э.В., д.п.н., профессор, профессор кафедры технического сервиса машин ФГБОУ ВПО «МГУ им. Н.П. Огарева», г. Саранск.

Чаткин М.Н., д.т.н., профессор, ректор Мордовского института переподготовки кадров работников агробизнеса, г. Саранск.

Работа поступила в редакцию 17.09.2012.

УДК 378

РАЗВИТИЕ ТВОРЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА СТУДЕНТОВ НА ПРИМЕРЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПУТНИКОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Пищухин А.М., Белоновская И.Д., Ахмедьянова Г.Ф.

ГОУ ВПО «Оренбургский государственный университет», Оренбург, e-mail: fit@unpk.osu.ru

В работе проведено исследование процесса формирования творческого потенциала у студентов инженерного профиля. Опираясь на тот факт, что творчество должно иметь профессиональный фундамент, авторы провели анализ спутниковых технологий как объекта инженерного творчества. Подчеркнута необходимость выхода в связи с этим на мировоззренческий уровень мышления. Рассмотрен также процесс коррекции обучения в случае несоответствия установленного уровня творческого потенциала достигнутому. При этом уровень творческого потенциала отслеживается по семи аспектам, а инструментарий коррекции содержит группы педагогических методов, выделенные в соответствии с их степенью воздействия. Особое внимание уделено процессу оценивания уровня творческого потенциала. Подчеркнуто, что в этом случае классические методы балльной оценки не подходят, поэтому необходимо опираться на наборы интеллектуальных задач, нестандартных ситуаций или специальных тестов.

Ключевые слова: творческий потенциал, спутниковые технологии, компетентность, инженерное творчество

DEVELOPMENT OF CREATIVE POTENTIAL OF STUDENTS ON EXAMPLE THE USE OF SATELLITE TECHNOLOGIES

Pischukhin A.M., Belonovskaya I.D., Akhmedyanova G.F.

GOU VPO «Orenburg state university», Orenburg, e-mail: fit@unpk.osu.ru

In research of process formation of creative potential at students of an engineering profile is carried out. Leaning on that fact that creativity should have the professional base, authors carried out the analysis of satellite technologies as object of engineering creativity. Need of an exit in this regard on world outlook level of thinking is underlined. Process of correction of training in case of discrepancy of the established level of creative potential to the reached is considered also. Thus level of creative potential is traced on seven aspects, and the tools of correction contain the groups of pedagogical methods allocated according to their extent of influence. The special attention is given to process of estimation of level of creative potential. Expressly that in this case classical methods of a mark assessment don't approach, therefore it is necessary to lean on sets of intellectual tasks, emergency situations or special tests.

Keywords: creative potential, satellite technologies, competence, engineering creativity

В сегодняшней России формируется национальная система инновационной экономики, которой нужен незамедлительный приток компетентных конкурентоспособных специалистов инженерно-технического профиля – бакалавров, магистров и инженеров, готовых к творческой и инициативной деятельности. Определелись новые профессиональные приоритеты инженерного образования: идеалом инженерной компетентности стал успешный и уверенный в собственных силах молодой специалист, готовый принять социально-ответственные решения в производственных и жизненных задачах. Утвердилась концепция инженерной компетентности, определяющая интегративное профессионально-личностное качество инженера, включающее когнитивный, деятельностный и ценностный компоненты. Сущностью инженерной компетентности специалиста является его готовность решать актуальные и перспективные инженерные проблемы, осознавая социальную значимость и личную ответственность за результаты профессиональной деятельности, необходимость постоянного самосовершенствования и ориентацию на профессиональную успешность [7].

Главной ценностью высшего образования должна стать ориентация на выпускника, у которого существуют необходимость и возможность выйти за пределы изучаемого, способного к саморазвитию, гибкому самообразованию в течение дальнейшей жизни, мобильности в различных ситуациях. Традиционный путь обучения с этой точки зрения малоэффективен, так как применяет для передачи социального опыта информационно-алгоритмические методы преподавания и ориентирован на репродуктивное воспроизведение. Современные исследования высшей школы [2, 6] устанавливают, что студенту необходимо создать такие условия, которые бы способствовали включению его в различную по своему характеру творческую деятельность, раскрытию внутренних творческих резервов.

Для выявления путей развития творческого потенциала студентов необходимо знать мотивы, побуждающие к действию. По мнению Г.С. Альтшулера, «...творческий процесс начинается (точнее должен начаться) задолго до встречи с задачей и не заканчивается после возникновения новой технической идеи» [1].

Исследователи инженерного творчества (Г.С. Альтшуллер, Б.Л. Агранович, В.М. Жураковский, З.С. Сазонова, Ю.П. Похолоков, И.Б. Федоров, А.И. Чучалин) определяют процесс формирования творческих способностей как процесс двусторонний, в котором участвует не только студент, но и преподаватель, который должен стремиться к постоянному самосовершенствованию. Для активизации творческой работы студентов активно используются такие методы обучения, как ситуационный, проблемный, частично-поисковый, исследовательский, при этом в ходе занятий студенты получают задания, способствующие вовлечению их в активную познавательную, творческую деятельность. Творческий процесс интенсифицируют такие методики, как многокритериальная постановка и решение проблем, методы генерации идей, а также познавательные игры, формирующие дивергентное «нелинейное» мышление и основанные на владении информационной культурой. Инженерное творчество должно базироваться на современном материале. В настоящее время все большую роль в инженерном труде играют информационные технологии. Выполнение студентами заданий с помощью информационных и коммуникационных технологий повышает эффективность освоения теоретического материала.

Инженерное творчество должно иметь профессиональный фундамент (конкретные знания). Важны начальные этапы творческой деятельности, так как именно на этих этапах может появиться «пороговый эффект» в знаниях, поскольку, по мнению Д.Б. Богоявленской, «творчество невозможно в области, о которой творящий знает очень мало или не знает совсем» [3].

В силу сказанного в качестве одного из перспективных методов, используемых в инновационном инженерном образовании, может применяться контекстное обучение по А.А. Вербицкому [4, 5], когда мотивация к усвоению знания достигается путем выстраивания отношений между конкретным знанием и его применением. Этот метод является достаточно эффективным, так как аспект применения является для студентов критически важным. Не менее важным является «обучение на основе опыта», когда студенты имеют возможность ассоциировать свой собственный опыт с предметом изучения. Данные методы считаются методами активного обучения, поскольку в центре внимания находится студент, приобретающий знания через деятельность и на основе опыта.

Иными словами, на данный момент условиям реализации компетентного

подхода в образовании в большей мере, чем другие известные психолого-педагогические теории, отвечает теория и технологии контекстного обучения, в этом случае процесс трансформации учебной деятельности в профессиональную должен отслеживаться и оцениваться не только преподавателем, но и самим студентом по четким и понятным критериям. Так достигается личностная активность студента, участие в становлении себя как специалиста [8].

Все вышесказанное является аргументами в пользу заявленной в данном исследовании тематики: использования в качестве контекста творческих заданий спутниковых технологий, обеспечивающих выход на глобальный, мировоззренческий уровень мышления.

В 1957 году с запуском первого искусственного спутника Земли началась космическая эра, и спустя 50 лет космические технологии прочно вошли в образовательный процесс.

Что дают спутниковые информационные технологии в образовании? Как показывает имеющийся опыт апробации, эти технологии расширяют возможности творческой инженерной деятельности, повышают значимость профессии, расширяют горизонты применения известного знания, развивают творческую активность. Учитывая, что студенты быстрее педагогов реагируют на инновации в образовании и не имеют психологических барьеров в работе с портативными техническими устройствами по приему и обработке космических изображений, можно с уверенностью сказать, что образование XXI века должно включать спутниковые технологии.

В наш век всеобщей информатизации общества, где самым близким примером является всемирная паутина (Интернет), возникает необходимость правильно ориентироваться в море поступающей информации, оперативно обмениваться ею. С этой целью компании создают специализированные сетевые инфраструктуры (поточковая передача аудио- и видеоданных, многоканальная телефонная сеть, охранные системы, локально-вычислительные сети и т.д.). В основном, для организации канала связи в таких сетях используются наземные линии: проводные (медные провода, оптоволокно) и беспроводные (радиозернет, сотовые сети).

Абсолютно всем наземным каналам связи присущи следующие недостатки: ограниченное покрытие территории, проблемы модернизации сети (технические и экономические), отсутствие возможности быстро демонтировать оборудование и развернуть сеть в другом месте. Поэтому в ряде слу-

чаев использование спутниковых систем связи является наиболее оправданным не только с технической, но и с экономической точки зрения, а иногда и единственно доступным вариантом обеспечения надежной и качественной связи. На сегодняшний день существует большое количество спутниковых систем, основанных на различных технологиях и предназначенных для различных применений.

Другая, наиболее известная область применения спутниковых систем, – спутниковое телевидение. Комплект аппаратуры для приема программ с любого спутника состоит из трех основных элементов: антенна, конвертер, ресивер. Если не вдаваться в подробности, то принцип работы схож с работой обычной телевизионной антенны, разница в том, что в роли телевышки здесь выступает спутник и сигнал от него идет не аналоговый, а цифровой. Зато гораздо выше качество и количество каналов.

Одним из самых ярких примеров использования спутниковых технологий является глобальная система определения координат. Система позволяет с высокой степенью точности (до нескольких метров) определять местоположение объекта (широту, долготу и высоту над уровнем моря), направление и скорость его движения. Достаточно интересным является использование системы многими учеными и исследователями в качестве источника точного времени. Система GPS (Global Positioning System) состоит из 24 искусственных спутников Земли, сети наземных станций слежения за ними и неограниченного количества пользовательских терминалов. Для определения местоположения GPS-приемник принимает сигналы со спутников, сравнивает время отправки сигнала со спутника со временем его получения на Земле и вычисляет точные координаты.

GPS позволяет существенно сократить затраты, связанные с поисковыми работами и значительно сократить время проведения спасательных операций. Плата за подключение и абонентская плата за пользование системой GPS не взимается.

ГЛОНАСС – российская система определения координат, полностью аналогична американской системе GPS. Орбитальная группировка также состоит из 24 спутников, размещенных в трех орбитальных плоскостях, развернутых друг относительно друга на 120 градусов [9]. Система ГЛОНАСС сопоставима по точности с системой GPS. Принцип работы идентичен.

На основе технологии GPS в настоящее время бурными темпами развиваются спутниковые охраняемые комплексы. В автомобиль-

ной индустрии классическая многоуровневая охраняемая система дополняется каналом связи и системой определения координат автомобиля с помощью как классических методов радиолокации, так и на основе GPS. Разработанных и внедренных охраняемых систем достаточно много («Cesar Satellite», «Навигатор», «АвтоЛокатор», «LOJACK» и т.д.), но принцип работы, примерно, одинаков.

В области спутниковых технологий творческими задачами могут быть: мониторинг земной поверхности с целью обнаружения чрезвычайных обстоятельств (пожаров, наводнений), прогнозирование урожая, угроз сельскохозяйственных вредителей, навигация всех видов транспорта, исследование и прогнозирование погодных условий, околоземная экология, системы жизнеобеспечения околоземных космических станций.

Например, студентам предлагается конкретная задача – построение трехмерной модели земной поверхности по информации с изображений в диапазоне видимого света. Предлагается указать достоинства и недостатки данного метода. К достоинствам можно отнести работу с той же информацией, которую получает человеческий глаз, цветность изображения, наличие теней, бликов, позволяющих судить о свойствах отражающих поверхностей, определять видимость/невидимость объектов. Недостаток метода – не всегда хорошо видна земная поверхность, она может быть закрыта облаками, либо не освещена солнцем – обнаруживается новая проблема в стандартной ситуации.

Пути преодоления этих недостатков можно искать в области дальнометрических систем, построенных на радиосканировании земной поверхности в инфракрасном диапазоне, либо даже в рентгеновском – тем самым студенты будут достаточно успешно осуществлять перенос знаний и умений в новую ситуацию, разрабатывать и учитывать альтернативы при решении проблемы и видеть новые функции в объекте исследования.

Для этих методов облака и отсутствие освещения – не помеха. Однако недостатком здесь будет малый перепад высот земной поверхности по сравнению с высотой спутника над землей, что требует очень точного измерения малых промежутков времени поступления сигналов от гор и низменностей. Студенты должны предложить какую-то комбинацию указанных систем, устанавливая целостную структуру объекта исследования, комбинируя и преобразуя ранее известные способы деятельности (импровизируя) при решении новой проблемы.

Формируемый в процессе обучения уровень творческого потенциала необходимо оценивать, и здесь не стоит использовать традиционные подходы в виде экзаменов, коллоквиумов, зачетов, приводящие к балльной оценке. Оценить уровень творческого развития студента в отношении репродукции, модернизации, новации, инновации, креативности и изобретательности можно на основе результатов решения тестовых задач (которые играют роль контрольно-измерительных материалов КИМ).

Например, можно предлагать студенту некоторый ряд интеллектуальных задач (аналогичных задачам, выявленным на основе рассмотрения спутниковых технологий)

и по количеству и качеству их решения определять достигнутый уровень. Аналогичную процедуру можно проводить по способности студента находить выход из предложенных нестандартных ситуаций или, наконец, предлагать студенту специальные тесты.

Результаты оценки творческого уровня необходимо сравнить с установленными заранее в стратегию преподавания дисциплины значением по семи аспектам: репродукция, модернизация, продукция, новация, инновация, оригинальность мышления, изобретательность. При этом у разных понятий, пройденных в последнем модуле дисциплины, может закладываться разный уровень по этим сторонам творческого потенциала.

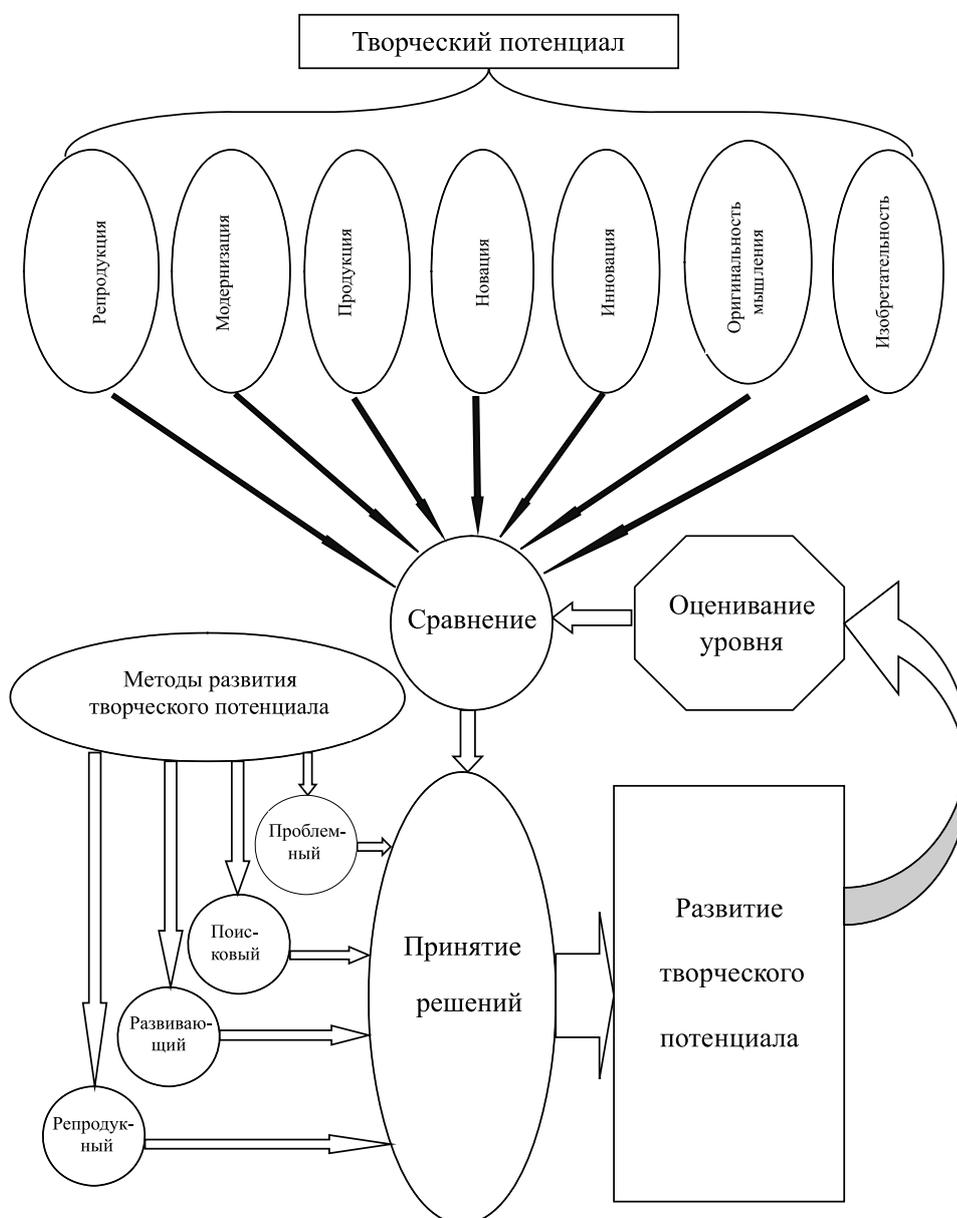


Схема развития творческого потенциала

Если в результате сравнения выявляется значительное отклонение от установленного уровня, то необходимо проводить корректирующие мероприятия. В зависимости от степени отклонения корректирующие инструменты должны иметь разную силу воздействия, которая возрастает при применении методов обучения от репродуктивных, объяснительно-информативных, интерактивных, контекстных (или обучение на основе опыта), к поисковым, исследовательским, эвристическим и проблемным.

Описанный процесс придания необходимой динамики развития творческого потенциала учащегося можно представить следующей схемой (рисунок).

Таким образом, развивать творческий потенциал обучающихся необходимо на основе предложения и рассмотрения профессиональных задач – в нашем случае задач реализации спутниковых технологий, систематически отслеживать достигнутый уровень творческого потенциала и грамотно изменять методы обучения в зависимости от рассогласования достигнутого и запланированного уровней.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 12-07-00330а).

Список литературы

1. Альтшуллер Г.С., Злотин Л.Л., Филатов В.И. Профессия – поиск нового. – Кишинев: Картия Молдовеныаске, 1986 – 196 с.
2. Андреев В.И. Педагогика высшей школы. Инновационно-прогностический курс. – Казань: Центр инновационных технологий, 2008. – 500 с.
3. Богоявленская Д.Б. Об одном из подходов к исследованию интеллектуального творчества // Вопросы психологии. – 1976. – № 4. – С. 69–80.
4. Вербицкий А.А. Контекстное обучение в компетентном подходе // Высшее образование в России. – 2006. – № 11. – С. 39–46.

5. Вербицкий А.А., Ларионова О.Г. Личностный и компетентный подход в образовании: проблемы интеграции. – М.: Логос, 2009. – 336 с.

6. Кашапов М.М. Психология творческого мышления профессионала. – М.: ПЕР СЭ, 2006. – 688 с.

7. Кирьякова А.В., Ольховая Т.А., Белоновская И.Д. Аксиология образования. Прикладные исследования в педагогике. – М.: Дом педагогики, 2010.

8. Решетников В.Н. Космические телекоммуникации (системы спутниковой связи и навигации). – М., 2010. – 131 с.

References

1. Altshuler G.S., Zlotin L.L., Filatov V.I. Professiya – poisk novogo. Kishinev: Kartya Moldovenyaska, 1986. 196 p.
2. Andreev v.i. Pedagogika vysshey shkoly. Innovacionno-prognosticheskiy kurs. Kazan: Centr innovacionnyh tehnologii, 2008. 500 p.
3. Bogoyavlenskaya D.B. Ob odnom iz podhodov k issledovaniyu intellektualnogo tvorchestva // Voprosy psyhologii. 1976, no. 4. pp. 69–80.
4. Verbickiy A.A. Kontekstnoe obuchenie v kompetentnostnom podhode// Vysshee obrazovanie v Rossii. 2006. no. 11. pp. 39–46.
5. Verbickiy A.A., Larionova O.G. Lichnostny i kompetentnostny podhod v obrazovanii: problem integracii. M.: Logos. 2009. 336 p.
6. Khashapov M.M. Psihologiya tvorcheskogo myshleniya professional. M.: PER SE, 2006. 688 p.
7. Kiryakova A.V., Olhovaya T.A., Belonovskaya I.D. Aksiologiya obrazovaniya. Prikladniye issledovaniya v ptdagogike. M.: Dom Pedagogiki, 2010.
8. Reshetnikov V.N. Kosmicheskie telekommunikacii (sistemy sputnikovoy svyazi i navigacii). M., 2010. 131 p.

Рецензенты:

Кирьякова А.В., д.п.н., профессор, заведующая кафедрой теории и методологии образования, заслуженный деятель науки РФ, ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург;

Сердюк А.И., д.т.н., профессор, директор Аэрокосмического института ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург.

Работа поступила в редакцию 06.09.2012.

УДК 159.99

ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ РАЗВИТИЯ ЦЕННОСТНОЙ ОРИЕНТАЦИИ ШКОЛЬНИКОВ СЕЛЬСКИХ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ НА РАБОЧИЕ ПРОФЕССИИ

Скрипова Н.Е.

ГБОУ ДПО «Челябинский институт переподготовки и повышения квалификации работников образования», Челябинск, e-mail: nscripova@mail.ru

В статье раскрываются факторы, регулирующие и детерминирующие ценностные ориентации сельских школьников. Обосновывается идея о том, что с целью изучения процесса развития ценностной ориентации школьников на рабочие профессии необходимо учитывать особенности возрастных этапов психического развития школьников с учётом ценностей сельского социума, а в качестве критериев которых определены социальная ситуация развития, ведущий тип деятельности, центральные новообразования каждого возраста и возрастные кризисы, что не противоречит отечественным и зарубежным исследованиям. Такое рассмотрение позволяет сделать вывод о том, что с целью развития у обучающихся сельского общеобразовательного учреждения ценностной ориентации на рабочие профессии необходимо учитывать в качестве движущих сил, условий и источников психического развития ребёнка, в частности, возрастные периоды развития и критерии возрастной периодизации.

Ключевые слова: личность, деятельность, психическое развитие школьников, рабочие профессии как ценность, возрастная периодизация, социальная ситуация развития ребёнка, ведущий тип деятельности, центральные новообразования возраста, возрастные кризисы

PSYCHOLOGO-PEDAGOGICAL PRECONDITIONS OF DEVELOPMENT OF VALUABLE ORIENTATION OF SCHOOLBOYS OF RURAL EDUCATIONAL INSTITUTIONS ON WORKING TRADES

Skripova N.E.

GBOU DPO «The Chelyabinsk institute of retraining and improvement of professional skill of educators», Chelyabinsk, e-mail: nscripova@mail.ru

In article the factors regulating and determining valuable orientations of rural schoolboys reveal. The idea that for the purpose of studying of development of valuable orientation of schoolboys on working trades it is necessary to consider features of age stages of mental development of schoolboys taking into account values of rural society and as which criteria are defined a social situation of the development, leading type of activity, the central new growths of each age and age crises that doesn't contradict domestic and foreign researches is proved. Such consideration allows to draw a conclusion that for the purpose of development at trained rural educational institution of valuable orientation to working trades it is necessary to consider as motive forces, conditions and sources mental development of the child, in particular, the age periods of development and criteria of an age periodization.

Keywords: the person, activity, mental development of schoolboys, working trades as value, an age periodization, a social situation of development of the child, leading type of activity, the central new growths of age, age crises

Характерной особенностью современной сельской общеобразовательной школы в условиях реализации федеральных государственных образовательных стандартов общего образования является изменение целевой ориентировки организации учебной, внеурочной, внешкольной деятельности с учётом тех психических новообразований, которые характеризуют статус школьника данного возраста с учетом ценностей сельского социума.

Рассматривая проблему выявления движущих сил, условий и источников развития у обучающихся сельских общеобразовательных учреждений ценностной ориентации на рабочие профессии, необходимо, прежде всего, проанализировать содержание, структуру процессов и закономерностей психического развития школьников, определив их направленность на предмет нашего исследования.

Несмотря на огромное количество работ учёных, педагогов, психологов, экономистов, социологов, ведущих речь о профессиональной ориентации, профессиональном самоопределении и профильном обучении, указывающих обоснованность их организации, причём, в основном, на старшей ступени школы, смысл формирования, становления и развития у сельских школьников ценностной ориентации на рабочие профессии до сих пор в полной мере не изучен. Безусловно, мы рассматриваем деятельность современной сельской школы в сотрудничестве с семьёй, местной властью и другими социальными институтами, с ориентировкой на рабочие профессии с учётом восстановления традиционных ценностных ориентаций, таких, как: любовь к земле и родному дому; восприятие мира своей деревни как малой родины, освященной жизнью многовековой практики предшествую-

щих поколений; отношение к родному селу как первичной, «базовой» модели жизнеустройства», традиционно приоритетной для России; убежденность в возвышенности и значительности земледельческого труда, издавна обеспечивавшего выживание нации и создававшего условия для ее полноценной жизнедеятельности; видение собственного «малого» участия в общедеревенской жизни как соотносимого с высокими формами и ритуалами общенародной практики, которые нашли отражение и были закреплены в памяти национальной культуры.

Очевидно, что сегодня изменилась социально-психологическая сфера ребёнка, что объективно связано с трансформацией культурно-исторической среды, которая, как подчёркивал Л.С. Выготский, выступает «в смысле развития личности и её специфических человеческих свойств не как обстановка, а играет роль источника развития» [2].

Данные исследований показывают, что степень реальных изменений исторической ситуации объективно обусловила качественные психические, психофизиологические, личностные изменения современного ребёнка. Всё это требует пролонгированного изучения системных характеристик ценностной ориентации у школьников на рабочие профессии с учётом особенностей его возрастных этапов и межвозрастных переходов в условиях социокультурных трансформаций современного образования, психологических и педагогических оснований организации современной школы. Тем более, что в документах по вопросам модернизации образования обозначаются задачи развития личности, готовой к жизнедеятельности в условиях информационного общества [5].

Прежде чем перейти к вопросу о движущих силах, условиях и источниках развития у школьников ценностной ориентации на рабочие профессии, важно обратиться к анализу такого понятия, как «личность». Анализ справочно-энциклопедической [9, с. 967] и научной литературы [2; 6; 8; 10; 11] показывает, что понятие «личность» (лат. «persona») восходит к глубокой древности, первоначально оно обозначало маску, которую надевал актёр во время представления, а затем – самого актёра, игравшего определённую роль. Сегодня в науке представлены различные её определения. В наиболее общем плане «личность» – это не только конкретный человек; это его социальная сущность, те черты и качества, которые были сформированы в ходе его жизни и деятельности в обществе, в социуме. В данном рассмотрении уместно вспомнить

«смысловые» слова: «Индивидом рождаются, а личностью становятся» [6]. Человек активно творит себя, исходя из внутренних потенциалов своей личности, креативности, гуманизма, способности к саморегуляции [8].

Актуально для этого высказывание А.В. Петровского, который указывал, что личность это «есть особая – идеальная – форма бытия человека, придающая ему свойство субъектности, то есть способности быть причиной себя, воспроизводить своё бытие в мире» [10].

Актуально для нашего исследования и понимание категории «деятельность». В ряде публикаций авторы предпринимают попытки систематизировать основания категории «деятельность» [4; 6; 11; 12 и др.]. Заслуживает внимания позиция Фельдштейна Д.И., который рассматривает личность как психологическое образование, которое формируется в жизненных отношениях индивида в результате преобразования его деятельности [12]. Леонтьеву А.Н. принадлежит идея о том, что главный признак личности заключается в активном участии индивида в общественной жизни. Личность – система усвоенных ролей. Развитие личности осуществляется в условиях социализации индивида и его воспитания [6].

При этом необходимо отметить, что отечественная наука признает влияние на развитие личности как биологических, так и социальных факторов при активной позиции самой личности, и, конечно же, мы с этим согласны.

Заслуживает признания точка зрения В.В. Давыдова, особенно в той ее части, когда исследуется взаимосвязь активности и деятельности. Подлинная деятельность всегда связана с преобразованием действительности. Жизненный смысл ориентации педагогики на формирование субъектности ребёнка состоит в том, что человек должен совершать ту или иную деятельность, творчески преобразовывать её не вследствие влияния на него обстоятельств, а вследствие внутреннего побуждения, исходящего из осознанной необходимости данного действия [4].

Интересные, на наш взгляд, размышления о развитии личности и субъектности высказывает В.А. Петровский: «...без другого человека никакое собственное развитие индивида, очевидно, не происходит. Человек включён в другого человека, и через эту включённость развивается как личность» [11, с. 232].

Далее для исследования нашей проблемы нам необходимо разобраться, что значит «быть субъектом учебной деятельности» и в чём суть «учебной деятельно-

сти вообще». Исходя из того, что каждая деятельность предметна, следует рассмотреть, с каким предметом имеет дело ученик уже в начале своего обучения в школе. «Кажется, что предметом учебной деятельности является обобщенный опыт знаний, дифференцированный на отдельные науки, – размышляет над данной проблемой Обухова Л.Ф. – Но какие предметы подвергаются изменению со стороны самого ребёнка? Парадокс учебной деятельности состоит в том, что, усваивая знания, ребёнок сам ничего не меняет в этих знаниях. Предметом изменений в учебной деятельности впервые становится сам ребёнок, сам субъект, осуществляющий эту деятельность. Учебная деятельность есть деятельность, которая поворачивает ребёнка на самого себя, требует рефлексии, оценки того, «чем я был» и «чем я стал». Процесс собственного изменения выделяется для самого субъекта как новый предмет. Самое главное в учебной деятельности – это поворот человека на самого себя...» Данные слова относятся к началу школьного обучения, и, естественно, предполагают, что у выпускника сформирована именно такая «субъектность», именно такая готовность к «учебной деятельности», в основе которой лежит «рефлексия» собственного самозменения.

Следовательно, особое внимание необходимо уделить рассмотрению условий, источников, сущности и движущих сил развития у обучающихся ценностной ориентации на рабочие профессии через объяснение и понимание психического развития и становления растущего человека как личности. Для данного исследования мы рассмотрим возрастные периоды развития как «единицу» анализа детского развития.

Поиск научных основ периодизации психического развития ребенка выступает как коренная проблема возрастной психологии, от разработки которой во многом зависит стратегия построения целостной педагогической системы воспитания и обучения, в частности, развития у школьников ценностной ориентации на рабочие профессии. Существует множество классификаций стадий возрастного развития, а также критериев возрастной периодизации. Попытка их решения нашла наиболее яркое воплощение в трудах П.П. Блонского, Л.И. Божович, Л.С. Выготского, П.Я. Гальперина, И.В. Дубровиной, И.С. Кон, А.Н. Леонтьева, В.С. Мухиной, Л.Ф. Обуховой, А.В. Петровского, Д.Б. Эльконина, Д.И. Фельдштейна и др.

Нас будет интересовать школьный возраст, пока стремительно взрослеющий ре-

бенок учится в школе, образовательный процесс которой имеет разнообразный арсенал по формированию у обучающихся ценностной ориентации на рабочие профессии. Изучение указанных выше и других работ показывает, что ныне принята следующая возрастная периодизация: младший школьный возраст (6,5–7 – 10–11 лет); подростковый возраст (10–11 – 15–16 лет); юность: первый период (старший школьный возраст 15–16 – 17 лет). Необходимо отметить, что данное деление условно, что психологический возраст может не совпадать с хронологическим возрастом отдельного ребенка, записанным в его свидетельстве о рождении, а затем в паспорте. Возрастной период со своим неповторимым содержанием – особенностями развития психических функций и личности ребенка, особенностями его взаимоотношений с окружающими и главным для него деятельностью – имеет определенные границы. Но эти хронологические границы могут сдвигаться, и один ребенок вступит в новый возрастной период раньше, а другой – позже.

Итак, возраст или возрастной период – это цикл детского развития, имеющий свою структуру и динамику, а анализ развития ребёнка на разных возрастных этапах позволит нам лучше понять закономерности детского развития, специфику отдельных возрастных этапов в контексте формирования у школьников ценностной ориентации на рабочие профессии.

Анализ публикаций [4; 6; 7; 11; 13 и др.] показывает, что в научной литературе выделяются различные критерии психического развития личности ребёнка. В настоящее время в отечественной психологии структуру психологического возраста принято оценивать в том числе на основе таких критериев, как социальная ситуация развития ребёнка, выделение ведущего типа деятельности, центральных новообразований возраста и возрастных кризисов. В своей работе мы склонны опираться на данные критерии и приступаем к их краткому рассмотрению.

Онтогенез человека разворачивается в культурном пространстве и в некотором историческом промежутке времени. При этом существуют воздействия как со стороны такого пространства на индивида, так и обратные. Сам процесс такого взаимодействия, т.е. определенные отношения между индивидом и средой, – это конкретные условия, в которых осуществляется «развертка» генотипической программы. Исследователи отмечают, что условия могут быть благоприятными или неблагоприятными для процесса индивидуального развития. Следовательно, социальная ситуация разви-

тия ребенка – основное понятие механизма психического развития, это та конкретная форма значимых для ребенка отношений, в которых он находится с окружающей его действительностью в тот или иной период своей жизни.

Рассмотрим следующий структурный компонент возраста «ведущий тип деятельности». Любая деятельность имеет сложную структуру. Представление о том, что деятельности человека не являются рядоположенными, что в их общей массе следует выделять деятельность ведущую – не столько по отношению к другим деятельности, сколько по отношению к психическому, личностному развитию, к формированию тех или иных психологических новообразований, то есть деятельность, в ходе которой собственно и происходит её интериоризация, содержалось уже в работах Л.С. Выготского [2]. Необходимо указать, что новую трактовку получила категория «движущие силы развития», под которыми стали понимать, во-первых, деятельность ребёнка; во-вторых, взаимодействие с окружающей действительностью при осуществлении деятельности; в-третьих, деятельность школьников (учебная, социально признаваемая и социально одобряемая, общественно-ориентированная, учебно-профессиональная деятельность), которая требует целенаправленного формирования, и специальная организация деятельности школьников может играть существенную роль в развитии у школьников ценностной ориентации на рабочие профессии.

Далее необходимо отметить, что на каждой возрастной ступени имеется центральное новообразование, как бы ведущее для всего процесса развития и характеризующее перестройку всей личности ребёнка на новой основе. Эти новообразования, характеризующие, в первую очередь, перестройку сознательной личности ребёнка, являются не предпосылкой, но результатом, или продуктом, возрастного развития [3, С. 4–20].

Поэтому мы считаем, что центральные новообразования возраста, определяемые как психические и социальные изменения, возникающие на определённой ступени развития и определяющие сознание учащихся, его отношение к среде, внутреннюю и внешнюю жизнь, необходимо учитывать как условия при формировании у обучающихся ценностной ориентации на рабочие профессии.

Возрастной кризис – это следующий основной механизм развития ребенка, который нам также необходимо рассмотреть. Кризис – это переломный пункт в нормальном течении психического развития.

Он возникает на стыке двух возрастов. Источником его возникновения выступает противоречие между возрастающими физическим и психическими возможностями ребенка и ранее сложившимися формами его взаимоотношений с окружающими людьми и видами (способами) деятельности. Возрастные кризисы определяются как переломные точки на кривой развития, отделяющие один возраст от другого.

Л.С. Выготский разработал концепцию, в которой рассматривал возрастное развитие как диалектический процесс. Он отмечал, что эволюционные этапы постепенных изменений в этом процессе чередуются с эпохами революционного развития – возрастными кризисами. В рамках стабильного возраста вызревают психические новообразования, которые актуализируются в критическом возрасте» [3, с. 4–20]. Л.С. Выготский описал следующие возрастные кризисы: кризис новорожденности; кризис одного года; кризис трёх лет; кризис семи лет; кризис тринадцати лет. Более подробно нас интересует лишь кризис семи лет и кризис тринадцати лет, которые проходят в период обучения ребёнка в школе.

Таким образом, важными факторами, регулируемыми и детерминирующими ценностные ориентации обучающихся сельских школ, выступают социальная ситуация развития, ведущий тип деятельности, центральные новообразования каждого возраста и возрастные кризисы. Такое обоснование является весьма важным для нас: оно позволяет сделать вывод о том, что с целью развития у обучающихся ценностной ориентации на рабочие профессии необходимо учитывать в качестве движущих сил, условий и источников психическое развитие ребёнка, в частности, возрастные периоды развития и критерии возрастной периодизации с учётом ценностей сельского социума.

Список литературы

1. Асмолов А.Г. Психология личности. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 367 с.
2. Выготский Л.С. Основы педологии: Стенограммы лекций // Собр. соч.: В 6 т. Т. 4. – С. 395.
3. Выготский Л.С. Проблема возраста // Хрестоматия по детской психологии. – М.: ИПП, 1996. – С. 4–20.
4. Давыдов В.В. Психологические проблемы процесса обучения младших школьников // Хрестоматия по возрастной психологии. – М.: ИПП, 1996. – С. 160–169.
5. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации до 2020 года: распоряжение Правительства РФ от 17 ноября 2008 г. № 1662-р. <http://www.consultant.ru/online/base/?req=doc; base=law; n=82134>.
6. Леонтьев А.Н. К теории развития психики ребёнка // Хрестоматия по детской психологии. – М.: ИПП, 1996. – С. 20–27.

7. Обухова Л.Ф. Возрастная психология. – М.: Роспедагенство, 1996.
8. Педагогика социальной работы. – М.: SvR – Аргус, 1994. – 207 с.
9. Первый толковый БЭС. – СПб.: Норинт; М.: ИД «РИПОЛ классик», 2006. – 2144 с.
10. Петровский А.В., Ярошевский М.Г. Основы теоретической психологии: учебное пособие для вузов. – М.: ИНФРА-М, 1998. – 528 с.
11. Петровский В. А. Личность в психологии. Ростов-н/Д.: Феникс, 1996. – 512 с.
12. Фельдштейн Д.И. Особенности ведущей деятельности детей подросткового возраста // Хрестоматия по возрастной психологии. – М.: МПСИ, 1996. – С. 163–168.

References

1. Asmolov A.G. Psihologija lichnosti. M.: Izd-vo MGU, 1990. 367 p.
2. Vygotskij L. S. Osnovy pedologii: Stenogrammy lekcij // Sobr. soch.: Vol. 6 t. T. 4. pp. 395
3. Vygotskij L.S. Problema vozrasta // Hrestomatija po det-skoj psihologii. M.: IPP, 1996. pp. 4–20.
4. Davydov V.V. Psihologicheskie problemy processa obucheniya mladshih shkol'nikov // Hrestomatija po vozrastnoj psihologii. M.: IPP, 1996. pp. 160–169.
5. Konceptija dolgosrochnogo social'no-jekonomicheskogo razvitiya Rossijskoj Federacii do 2020 goda: rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 17 nojabrja 2008 g. № 1662-r. <http://www.consultant.ru/online/base/?req=doc; base = law; n = 82134>.
6. Leont'ev A. N. K teorii razvitiya psihiki rebjonka // Hrestomatija po detskoj psihologii. M.: IPP, 1996. pp. 20–27.

7. Obuhova L. F. Vozrastnaja psihologija. M.: Rospedagenstvo, 1996.
8. Pedagogika social'noj raboty. M.: SvR – Argus, 1994. 207 p.
9. Pervyj tolkovyj BJeS. – SPb.: «Norint»; M.: ID «RIPOL klassik», 2006. 2144 p.
10. Petrovskij A.V., Jaroshevskij M.G. Osnovy teoretich-eskoj psihologii: Uchebnoe posobie dlja vuzov. M.: INFRA-M, 1998. 528 p.
11. Petrovskij V.A. Lichnost' v psihologii. Rostov-n/D.: Feniks, 1996. 512 p.
12. Fel'dshtejn D.I. Osobennosti veduwej dejatel'nosti detej podrostkovogo vozrasta // Hrestomatija po vozrastnoj psihologii. M.: MPSI, 1996. pp. 163–168.

Рецензенты:

Кеспи́ков В.Н., д.п.н., ректор ГБОУ ДПО «Челябинский институт переподготовки и повышения квалификации работников образования» Министерства образования и науки Челябинской области, г. Челябинск;

Ильясов Д.Ф., д.п.н., профессор, зав. кафедрой педагогики и психологии ГБОУ ДПО «Челябинский институт переподготовки и повышения квалификации работников образования» Министерства образования и науки Челябинской области, г. Челябинск.

Работа поступила в редакцию 17.09.2012.

УДК 633.353:581.162.32:631.524.84(470.64)

ПЕРЕКРЕСТНОЕ ОПЫЛЕНИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРМОВЫХ БОБОВ

Жеруков Б.Х., Магомедов К.Г., Ханиева И.М., Гарунова Ж.М.

*ФГОУ ВПО «Кабардино-Балкарская государственная сельскохозяйственная академия
им. В.М. Кокова», Нальчик, e-mail: info@kbsaa.ru*

В материале рассматриваются данные, полученные авторами на основе многолетних исследований о влиянии пчел на продуктивность кормовых бобов. Собирая нектар и пыльцу, пчелы и шмели одновременно опыляют цветки. Для сбора нектара пчелы прокалывают цветки снаружи, не проводя при этом опыления. Когда же пчелы собирают пыльцу, они проникают в трубки цветков и действуют как насекомые-опылители, перенося пыльцу с одного цветка на другой. Широкое применение органических удобрений, стимуляторов роста будет способствовать обильному цветению и нектаровыделению, что повысит эффективность опыления пчелами кормовых бобов и улучшит медоносную базу пчеловодства. Вместе с тем широкие масштабы и технически более совершенные методы применения ядохимикатов для борьбы с болезнями и вредителями растений приводят к массовой гибели диких опылителей (шмелей, одиночных пчел и др.), в результате чего намного повышается роль медоносных пчел в опылении растений.

Ключевые слова: перекрестное опыление, пчелы, кормовые бобы, энтомофильные культуры

CROSS-POLLINATION AND PRODUCTIVITY OF FODDER BEANS

Zherukov B.H., Magomedov K.G., Hanieva I.M., Garunova Z.M.

*FGOU VPO «The Kabardino-Balkarian state agricultural academy of V.M. Kokov»,
Nalchik, e-mail: info@kbsaa.ru*

In a material data received by authors on the basis of long-term researches about influence of bees on efficiency of fodder beans are considered. Collecting nectar and pollen, bees and bumblebees at the same time pollinate a flower. For collecting nectar bees puncture a flower outside, without carrying out pollination. When bees collect pollen, they get into tubes of a flower and pollinators act as insects, transferring pollen from one flower on another. Wide application of organic fertilizers, growth factors will promote their plentiful flowering and nectar secretion that will increase efficiency of pollination by bees of fodder beans and will improve melliferous base of beekeeping. At the same time, wide scales and technically more perfect methods of application pesticides for fight against diseases and wreckers of plants lead to mass death of wild pollinators (bumblebees, single bees, etc.) therefore the role of melliferous bees in pollination of plants increases greatly.

Keywords: cross-pollination, bees, fodder beans, entomophilous cultures

Посещаемость зернобобовых культур, как и других энтомофильных растений, в значительной степени определяется их нектаропродуктивностью.

Многолетние исследования подтвердили огромную роль медоносных пчел в повышении урожайности и улучшении качества семян.

Следует отметить, что значение перекрестного опыления энтомофильных культур намного возросло в связи с переходом сельскохозяйственного производства на рыночные отношения. Эти мероприятия преследуют цели: получить больше продукции с каждого гектара земли, повысить производительность труда и снизить себестоимость продукции. Правильная организация опыления пчелами посевов кормовых бобов является важным резервом для выполнения этих задач. Широкое применение органических удобрений, стимуляторов роста будет способствовать более обильному цветению и нектаровыделению, что повысит эффективность опыления пчелами кормовых бобов и улучшит медоносную базу пчеловодства. Вместе с тем широкие масштабы и технически более совершенные методы

применения ядохимикатов для борьбы с болезнями и вредителями растений приводят к массовой гибели диких опылителей (шмелей, одиночных пчел и др.), в результате чего намного повышается роль медоносных пчел в опылении растений.

Еще Ч. Дарвин в многолетних опытах доказал, что плодovitость, мощностъ растений, выращенных из семян, полученных в результате перекрестного опыления, были значительно выше, чем у растений, выращенных из семян, полученных при самоопылении, эти преимущества сохранились и в следующих поколениях.

подавляющая часть цветковых растений опыляются с помощью насекомых. Около 80% видов высших растений являются энтомофильными, 20% опыляются с помощью ветров. Энтомофилия (насекомлюбие) – более совершенная форма опыления, в лучшей степени обеспечивающая возможность избирательного оплодотворения, так как насекомые посещают огромное количество растений. На своем теле они собирают генетически разнообразную пыльцу, выработанную растениями в различных условиях, и эту разнокачественную смесь

пыльцевых зерен наносят на рыльце, пести-ком обеспечивая наилучшие возможности избирательного оплодотворения.

Наиболее важную роль в становлении эволюции энтомофильных растений играли различные представители перепончатокрылых, в частности, пчелиные. Последние и сохранили свою ведущую роль в осуществлении перекрестного опыления возделываемых человеком растений.

В процессе развития кормовых бобов опадает большое количество цветков и молодых бобов. Наблюдения, проведенные нами, показывают, что при нормальной густоте посева (400 тыс. шт. семян на 1 га) одно растение в условиях предгорной зоны на выщелоченных предкавказских черноземах развивает до 40–60 цветков.

Из этого количества на одном растении ко времени уборки остается только 8,7 бобов, или 17,4% цветков образуют бобы, которые находятся на растении до уборки [1]. Как правило, самые ранние цветки крайне редко образуют бобы. Наблюдения показывают, что первые бобы формировались на 5 узле, а из семи цветков на каждом узле обычно четыре, а иногда и больше опадают. Кроме того, последние цветки на верхушке растения редко образуют бобы, поэтому плоды располагаются по одному, два или три на промежуточных узлах. Имеются случаи, когда бобы формируются выше или ниже узлов, по нашему мнению, это объясняется временными неудовлетворительными условиями питания, так как в годы хорошего вегетативного роста бобы чаще всего развиваются на верхних узлах, а при задержке в росте – на нижних узлах.

Потеря цветков и бобов – не общее явление, так как на краях краевых рядов или на изреженных посевах можно встретить растения, имеющие до 40 и более бобов, это, как правило, частично изолированные растения, это свидетельствует о наличии отрицательной корреляции между числом бобов на растении и густотой посева [3; 5]. На основании анализа условий цветения и формирования кормовых бобов, можно констатировать, что при изреживании стеблестояния кормовых бобов каждое растение лучше обеспечивается элементами минерального питания, в результате чего большое количество бобов достигает спелости.

Как правило, отдельно стоящие растения чаще посещались пчелами и образовали больше бобов, чем растения густого посева (до 600 тыс. шт./га). На основании этого можно сделать вывод, что пчелы повышают процент завязывания бобов. Свидетельство этому то, что на крайних рядах

посева, легко доступных для пчел, на каждом растении всегда больше бобов.

В 2010–2012 гг. на опытных делянках в четырех повторностях было отмечено по 50 полностью открытых цветков бобов. Через 15–17 дней около 50–56% цветков образовывали семена, но 15–25% их них опали, и лишь 35–45% сохранились до уборки.

Таким образом, было опылено гораздо больше цветков, нежели получено зрелых бобов. Опали, в основном, бобы с верхних соцветий и верхние цветки с нижних соцветий. По нашему мнению, в этих местах могли образоваться только неполноценные бобы.

Необходимо отметить, что предпринимались и в настоящее время предпринимаются усилия, направленные на повышение урожая бобов. В последние 20–25 лет подбирали и выводили сорта, оптимизировали технологию возделывания и способы посева, нормы высева, глубину заделки семян, вносили удобрения, стимулировали развитие клубеньковых бактерий, проводили опрыскивание для лучшего завязывания плодов. Однако все эти мероприятия не приводили к повышению урожайности и качества.

Анализ агротехнических приемов возделывания бобов доказывает, что не учитывали одни из важнейших естественных факторов: характер опыления. Цветки бобов образуют нектар и пыльцу, которые привлекают пчел.

Принято считать, что у бобов 60% цветков опыляются собственной пыльцой. Поэтому сложилось мнение, что насекомые оказывают незначительное влияние на завязывание семян бобов или вовсе не влияют на него [2; 4].

Исследуя процесс опыления зернобобовых, мы выявили большее значение пчел как опылителей (рис. 1). Особую роль в опылении бобов играют медоносные пчелы. С целью выяснить влияние на продуктивность кормовых бобов наличие пчел на посевах в период цветения ряд делянок во время цветения бобов был покрыт мелкоячеистой капроновой сеткой. Полученные данные (таблица) показывают, что наличие пчел на посевах в период цветения бобов способствуют хорошему их опылению и повышенной урожайности.

При наблюдении посевов от начала цветения до его окончания (в условиях предгорной зоны – в середине июня) не было обнаружено заметных различий между опытными делянками ни в типе цветков, ни в количестве соцветий на одном растении. В течение 5–6 дней мы проводили учет посещения медоносными пчелами растений

опытных делянок, при этом посещение медоносными пчелами составляют 90–92%, шмелями 8–10%. За одну минуту пчела посещает в среднем 7,1–8,3 цветка. При анализе элементов структуры урожая перекрёстно

опыленных растений кормовых бобов подтвердились данные о повышении завязываемости плодов в количестве крупных бобов, т.е. перекрёстное опыление влияет на урожай семян, увеличиваются и размеры бобов.



Рис. 1

Влияние на продуктивность, способы опыления кормовых бобов

Годы исследований	Урожайность, ц/га	
	с изоляцией	без изоляции (пчелы)
2009	30,5	35,9
2010	29,7	36,5
2011	28,5	39,4

Бобы кормовые принадлежат к числу хороших медоносов, но они очень чувствительны к погодным условиям: замечено, что в теплое и влажное лето пчелы собирают с них много меда, а в засуху вовсе не посещают их цветки.

Цветут бобы продолжительное время – около трех недель. Срок цветения удлиняется при влажной и холодной погоде и укорачивается во время засухи.

Время раскрытия цветков зависит от погоды, а иногда от возраста цветка. Так, новые цветки у бобов раскрываются в 16 часов, однодневные – в 13, а двухдневные – в 11. От стадии зеленые бутоны до момента раскрытия цветка проходит двое суток. В раскрытом состоянии цветок пребывает 1–2 суток, затем закрывается и начинает увядать.

Раскрытие цветков происходит обычно днем и заканчивается, как правило, к 15–16 часам. В первую половину дня пчелы собирают пыльцу, а во вторую – нектар, так как выделение его усиливается в цветках при повышении дневной температуры. Когда медоносные пчелы собирают пыльцу на цветках кормовых бобов, то они проникают в трубку цветка, задевают рыльца плодника и действуют как насекомые-опылители, успешно обеспечивая перекрёстное опыление цветков. Медоносная пчела должна посетить примерно 300 цветков, чтобы собрать одну ношу пыльцы. За сезон цветения пчелы успевают собрать пыльцу с 90 млн цветков.

Как известно, кормовые бобы выделяют нектар не только цветковыми нектарниками, но и внецветковыми, расположенными на листьях. Шмели часто прокусывают цветки бобов у основания венчика и погружают хоботки в нектарник, т.е. берут нектар воровским путем. Медоносные пчелы тоже часто проникают через отверстия, сделанные шмелями, извлекать же нектар через цветочную трубку они не всегда могут (рис. 2)

Опытные данные показывают, что наиболее урожайными и качественными являются семена, образующиеся в цветках, развивающихся в начале и в период разгара цветения растений.



Рис. 2

Выводы

1. Собирая нектар и пыльцу, пчелы и шмели одновременно опыляют цветки. Для сбора нектара пчелы прокалывают цветки снаружи, не производя при этом опыления. Когда же пчелы собирают пыльцу, они проникают в трубку цветка и действуют как насекомые-опылители, перенося пыльцу с одного цветка на другой.

2. Перекрестное опыление бобов связано с густотой посева. Растения, которые получают больше света, лучше цветут и более доступны пчелам и шмелям.

3. Повышение жизнестойкости, увеличение урожая семян кормовых бобов, улучшение их качества достигается, прежде всего, в том случае, когда цветки растений опыляются большим количеством разнокачественной пыльцы и обеспечивается избыточность оплодотворения.

Список литературы

1. Бадина Г.В. Возделывание бобовых культур и погода. – Л., 1974. – 244 с.
2. Будвитене В.П., Будвитите А.А. Кормовые бобы. – М.: ВО Агрпромиздат, 1989.
3. Волузнева В.А. Биология цветения и плодообразование бобов: автореф. канд с-х. наук. – Л., 1967. – 16 с.
4. Демина Г.В. Влияние метеорологических факторов на рост и развитие бобов // Сб. тр. аспирантов и молодых научных сотрудников ВИР. – 1965. – № 6 – С. 24–27.

5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М., 1979. – 416 с.

6. Кормовые бобы за рубежом. Сборник переводов. – М.: Изд-во сельскохозяйственной литературы, журналов и плакатов, 1992.

References

1. Badina G.V. Vozdelyvanie bobovyh kul'tur i pogoda. Leningrad 1974. 244 p.
2. Budvitene V.P., Budvitite A.A. Kormovye boby, Moskva VO Agropromizdat, 1989.
3. Voluzneva V.A. Biologiya cvetenija i plodoobrazovanie bobov. Avtoreferat kandidata s-h. nauk, Leningrad 1967; 16 p.
4. Demina G.V. Vlijanie meteorologicheskikh faktorov na rost i razvitie bobov. Sb. tr. aspirantov i molodyh nauchnyh sotrudnikov VIR. N., 1965. no. 6. pp. 24–27.
5. Dospheov B.A. Metodika polevogo opyta. M., 1979. 416 p.
6. Kormovye boby za rubezhom. Sbornik perevidov. Izdatel'stvo sel'skhozajstvennoj literatury, zhurnalov i plakatov. Moskva 1992.

Рецензенты:

Бжеумыхов В.С., д.с-х.н., профессор кафедры «Землеустройство», Кабардино-Балкарская государственная сельскохозяйственная академия им. В.М. Кокова, г. Нальчик;

Кашукоев М.В., д.с-х.н., профессор, заведующий кафедры «Земледелие», Кабардино-Балкарская государственная сельскохозяйственная академия им. В.М. Кокова, г. Нальчик.

Работа поступила в редакцию 17.09.2012.

ФАВОРИТИЗМ КАК ЭЛЕМЕНТ СОЦИАЛЬНО-ПОЛИТИЧЕСКИХ ОТНОШЕНИЙ

Парамонова С.П.

ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,
Пермь, e-mail: socio@pstu.ru

Фаворитизм как тип институциональной связи – постоянный способ взаимодействия людей в общностях различных уровней. Совокупность институтов, групп, индивидов обуславливает санкционированное социально-политическое поле. Фаворит – создатель норм пиетета, выполняет функцию создания поля неформальных установлений. Фаворитизм как элемент стратификации власти в условиях традиционного и современного общества меняет форму, но не меняет содержания. Коммуникация «лидер-фаворит» одновременно и устойчивая, и хрупкая: стоит выпасть одному звену, рухнет вся цепь взаимоотношений. В индустриальном обществе влияние на власть приобретает идеологизированную форму. В условиях тоталитарных систем происходит выворачивание самой социальной реальности, обесценивается главное – человеческая жизнь. Политический фаворитизм имеет сугубо утилитарные цели. Церковь стремится соответствовать современности, но она не развивает духовные традиции, а осовременивание её действий носит утилитарный характер. Познание закономерностей фаворитизма – выход общества из-под влияния стихийных сил.

Ключевые слова: коннотация понятия «фаворит», социально-психологические и деловые качества фаворита, фаворитизм — своеобразный барометр функций и дисфункций общества

FAVORITISM AS AN ELEMENT OF SOCIAL AND POLITICAL RELATIONS

Paramonova S.P.

Perm State National Research Polytechnic University, Perm, e-mail: socio@pstu.ru

Favouritism as a type of institutional connection is a permanent way of people interaction in communities of various levels. The set of institutions, groups and individuals causes a sanctioned socio-political field. A favourite is a creator of reverence norms, and he makes a field of informal institutions. Favouritism as a part of the stratification of power in traditional and modern society changes its shape, but it does not change the content. «Leader and favourite» communication is stable and fragile at the same time: if one link breaks down the entire chain of relationships will collapse. In industrial society the influence on power takes the form of ideology. In totalitarian systems the "turning out" of the social reality takes place and human life is depreciated. Political favouritism has strictly utilitarian purposes. Church seeks to correspond to the present time, but it does not develop spiritual traditions and modernization of its actions is utilitarian in nature. Knowledge of the laws of favouritism is a way out for society from the influence of natural forces.

Keywords: connotation of the concept «favourite», favourite's socio-psychological and business qualities, favouritism as a barometer of functions and disfunctions of society.

Актуальность исследования отношений фаворитизма и субъектов его носителей в современных условиях – terra incognita социологической мысли. В качестве исходного абстрактного выступает общепринятое определение фаворита и фаворитизма, затем идет конкретизация с сторону специфических исторических форм фаворитизма. Роль фаворитов современной России показана с позиций теории культурации Дж. Александера [4, с. 13–22].

Выявляется: формируют ли социальные институты – фавориты современной РФ – реальность, соответствующую современной мир-экономике.

Коннотация понятия «фаворит» отрицательная. Фаворит – любимец высокопоставленного лица, оказывающий различные услуги и ожидающий вознаграждений, привилегий взамен. В традиционном обществе цель фаворита – жажда владения поместьями, стремление занять высокое положение при дворе, обретения почестей и славы. В цивилизованном обществе фавориты

стали извлекать иные формы богатства от близости к власти – привилегии, выражающиеся в доступе к торговле, производству, финансам государства, организации финансовых афер и махинаций под видом законной деятельности. На поздней ступени индустриализма, в тоталитарном обществе, цель фаворита – стремление к влиянию на массы и вождя. Цена опасной игры при падении фаворита – жизнь. В действиях «оранжевых» – лишение государства самостоятельной политики, а лидера и фаворитов гражданства, финансового разорения, а далее крайних форм: изгнания, тюремного заключения, казни. Переоценка фаворных идей пока недостаточно исследованна в гуманитарной науке, в частности, в политической социологии, процесс перемены фаворных идей и их носителей – субъектов фаворитизма.

Обзор. Фаворитизм – одна из составляющих категорий системы стратификации власти. В государственной жизни фаворит может играть роль сильного политика при

слабом правителе. Всем известна роль Ришелье в истории Франции, «Комитета 300» в ослаблении национальных государств в глобальном сообществе. Фавориты формируют нормы пиетета, признания сакрально ценимого и допустимого в обществе. Фаворит берёт на себя роль «серого кардинала» и в современном российском обществе (Е. Гайдар, А. Чубайс, А. Сердюков, Г. Греф). В то же время фавориты современной политики сами являются своеобразным ферментом, определяющим качество социально-политического поля деятельности лидера. Неслучайно слабый лидер подбирает вокруг себя еще более слабых и примитивных личностей в качестве фаворитов. Б. Ельцин внял советам по проведению реформ в стране не ведущих академиком-экономистов Л. Абалкина, А. Аганбегяна, О. Богомолова, а старшего научного сотрудника Е. Гайдара.

В условиях мерцающей неопределенности промышленного и сельскохозяйственного производства в России социальная структура стала маргинальной, усилилась нисходящая социальная мобильность трудящихся классов, слоев, групп, индивидов. В аморфной структуре общества возобладали иные группы фаворитов вокруг лидеров. Вместо формирования целостной структуры: сильного государства, сильной армии, развитой промышленности и сельского хозяйства, финансовой системы и торговли, что ставит страну в центр мир-экономики, по Валлерстайну [2], на основе номинальной демократии внимание общества отвлечено на перманентные выборы управленцев разных уровней и устремление лидеров и фаворитов в ВТО. В настоящем необходимо распознавать законы и пути продвижения личностей, групп, которые управляют обществом, и нельзя пренебрегать исследованием такой характеристики отношений, как «фаворитизм».

Фаворитизм как тип институциональной связи – постоянный способ взаимодействия людей в общностях различных уровней. Правящие элиты задают параметры институтам управления, а эти структуры – социальному функционированию общества. Совокупность институтов, групп, индивидов обуславливает санкционированное социально-политическое поле. Исторически фаворитизм был своеобразным барометром функций либо дисфункций общества.

В условиях неолиберализма и демократии объединения собственников-фаворитов в международном масштабе соперничают с профсоюзами, с национальным государством и через внедрение удобных для себя законов манипулируют работниками фирм

и производств, снижая их социальную защищенность и условия существования [8, с. 157–167]. Создав огромные фонды, группы фаворитов стали соперничать в рамках ТНК с национальными государствами и профсоюзами, оперируя финансами и массовым сознанием через СМИ. Проводя предвзвешенно идеологически-клановую обработку сознания глобального сообщества и определенной страны, они развязывают войны и «оранжевые революции».

Метод. Движение анализа фаворитизма должно осуществляться как от абстрактного к конкретному, так и от осмысления конкретных социально-политических реалий к абстрактному обобщению. Фаворитизм, безусловно, – субстратно-событийная деятельность, по терминологии В.А. Кутырева [5]. Фаворитизм подвергнут нами анализу с позиций следующей парадигмы: во-первых, фаворитизм – порождение безличной силы, господствующей над индивидом. Это стихийный, малоизученный феномен, пронизывающий каждую клетку современного общества. Совершенно очевидно: фаворитизм вечен, а фавориты случайны. В силу этого, с одной стороны, под влиянием фаворитизма порождается закономерная, а с другой стороны, уникальная «ткань истории».

Тоталитаризм. Фаворитизм проявляется чаще всего там, где полнота власти сосредоточена в одних руках, и персона, обладающая властью, неподконтрольна никому [1]. Тоталитаризм – политический режим, при котором вся власть опирается на определенную идеологию, репрессивный аппарат и партию. Фаворитами становятся личности приближенные к лидеру на основе партийной борьбы. Жесткое ограничение свободы в периоды тоталитаризма и авторитаризма – условие расцвета фаворитизма. Фаворитизм в политике – передаточный механизм власти в руках «серых кардиналов», формально не имеющих на нее права, но фактически обладающих властью благодаря предрасположенности к ним лидеров.

Настоящее время – время опутанности «долгами» целых государств, и как следствие – овладение их природными богатствами, дешевой рабочей силой, территориями для размещения производств и захоронения вредных отходов, установка военных баз. Страны-сателлиты несут в себе все меркантильные характеристики и противоречия карбонного капитализма. Вторжение в Ливию опосредованным образом ударило по экономике Китая – основного получателя ливийской нефти.

Роль фаворитизма в условиях авторитаризма. Являясь постоянным способом

взаимодействия индивидов в группе, фаворитизм как тип социальной связи нарастает в периоды «закрытости» каналов продвижения. Фаворитизм по своей природе противоречит коллективизму. М.А. Суслов олицетворял собой незыблемость постулатов сложившейся системы при одновременном умении лавировать и быть необходимым при сменах вождей. Во многом он остановил развитие гуманитарной мысли в СССР. Шло восхваление достижений авангарда, однако внутреннее, движущее противоречие социализма, источник его самодвижения и перехода на более сложную ступень не приветствовалось, не обсуждалось, замалчивалось.

Принцип взаимной дополнительности лидера и фаворита очевиден. Коммуникация «лидер-фаворит» одновременно и устойчивая, и хрупкая: стоит выпасть одному звену, рушится вся цепь взаимоотношений. Фавориты постоянно сменяют друг друга, причем «падающий фаворит» – уже отработанное «сырье», на смену которому приходит свежая «энергетическая сила» «социально близких», то есть тех фаворитов, которые соответствуют новой ситуации и новой правящей элите, но не всегда – социальным ожиданиям общества.

Легитимация и фаворитизм. Особенностью социальных отношений является усиление фаворитизма в периоды всевозможных трансформаций, когда начинаются поиски индивидами влиятельных лиц («крыши») для того, чтобы удержаться на поверхности жизни (в повседневности, в период повсеместных сокращений). Иные группы, напротив, беспринципно используют неравновесную ситуацию в обществе и коллективе и рассматривают неформальные связи как фортуна, как канал продвижения и закрепления в структуре власти.

Появляясь в неустойчивый период общества, время кризиса политической власти, фаворит являет собой «носителя» наиболее подходящего для хода событий «прогибающегося» типа личности. Фаворит – тот индивид, который, пользуясь поддержкой лидера, манипулирует массовым сознанием, сферами деловой предприимчивости. Применяя наиболее удачную стратегию действий, фаворит овладевает ситуацией. Ситуация – это субъектно-объектное соотношение социальных сил и событий.

В условиях либерализации государственного управления, а в дальнейшем – развития форм доступа к узаконенным каналам власти, лидер создает видимость обратной связи с широчайшими народными массами через блоги и встречи с избирате-

лями, особенно в периоды предвыборных кампаний, ограничивая передачу того, что мы называем «бразды правления» узкому кругу удобных фаворитов. Происходит играизация легитимации, легитимность заменяется фаворитизмом.

Роль фаворитов в условиях демократии Фаворитизм как социально-политическое явление, прежде всего, – система стратификации власти. Фаворитизм – симбиоз правящих элит с близким окружением. Однако и фавориты – не всегда безопасная сила для лидера. Они то готовы распластаться в проскинезе, то публично демонстрируют уход от руководства партией, и тут же бросают клич создать новую партию, как М. Прохоров. Либо фавориты играют общие игры с правительством в манипулировании сознанием масс, лишь имитируя оппозицию. На условиях игры и обмена правящая элита вовлекает в создание «карликовых» партий оппонентов: С. Глазьева, С. Миронова, М. Прохорова, Г. Явлинского с целью отвлечения голосов от реальной оппозиции. Вместо честного соблюдения законов и правил в силу вступает видимость игры – играизация (по постмодернистской терминологии), активно критикуемая С.А. Кравченко [3, с. 583–590].

Фаворитизм в сфере политики. Смена принципа собственности и продолжения политического курса встраивания в ЕС обусловит развитие гражданского общества в России, по замечанию Дэвида Лейна [7, с. 293–316]. Провозглашение «демократии» в России осуществлялось под видом навязанной Западом дискуссии о тоталитаризме и свободе. Какую свободу дала демократия российскому обществу?

Внешняя свобода – это юридически закрепленные в законе возможности, предоставляемые обществом человеку. Внутренняя свобода – духовное развитие и ограничение ответственностью и совестью. Фаворит – человек, получивший неограниченную власть над окружающими и использующий эту власть, сообразуясь с потребностями и стремлениями собственной личности. А это прямо выводит на нравственную проблематику: наряду с чувством верности слову, чувством ответственности, выполнения данных обещаний народу, в противном случае лидера и спутников ждет потеря лица и падение престижа. Это и ограничивает внутреннюю свободу. Однако в обществе есть группы, для ценного мира которых фаворитизм в принципе неприемлем. Он ни в какой форме недопустим для личностей с высоким нравственным и деловым потенциалом.

Фаворитизм в политике в первую очередь связан с экономикой, тесная связь политики с экономикой прослеживается на протяжении всего развития мировой цивилизации. Политический фаворитизм имеет, как правило, сугубо прагматические цели, в отличие, скажем, от фаворитизма в сфере науки, поскольку тесно связан с экономикой. Памела Эбботт и Клэр Уоллес показали на примере исследования, что смена социально-экономической системы СССР/России привела к снижению здоровья, обнищанию масс в трех республиках: Белоруссии, России и особенно на Украине. Авторы связывают показатели низкой удовлетворенности личной жизнью с характеристиками многостороннего регресса [6, с. 653–674].

Принесет ли фаворит пользу либо вред всему обществу проводимой политикой – во многом зависит от личности фаворита. После гибели предыдущей системы новые кланы бьются за место в окружении лидера, как волки за добычу. В результате передела власти лидер устанавливает везде «своих людей» – фаворитов. Смена верховного правителя соответственно влечет смену начальника охраны, председателя ЧК, КГБ, ФСБ, поскольку властвующая элита не желает допускать ситуаций заговора, протеста, смещения, свержения. Правитель не терпит проникновения людей с независимыми взглядами в круг своих надежных сателлитов.

Главная задача любой политической системы – воспитать себе подобных в обществе. Во-первых, ей необходимо уничтожить память о прошлом, ее божество – настоящее. Система никогда не оборачивается за положительным опытом в прошлом, в свою историю. За стирание памяти о прошлой системе состязаются группы «фаворитов-идеологов». Привлекаемый ими круг закрепления устойчивого положения лидера расширился: СМИ, юмористы, литературные критики, поэты, политические деятели, «думцы», режиссеры театров и кино, актеры и музыканты, «беспощадно честные» писатели, изучающие рейтинги общественного мнения фирмы, сторонники партий и кандидатов в выборных кампаниях на площадях.

Уничтожая прежнюю систему, новые идеологи используют альтруистические мотивы общественного сознания и надежды населения на то, что новая система будет «безусловно» лучше отвергнутой. Примерами «системы» и её верноподданных исполнителей в действии могут слу-

жить следующие: расстрел Белого Дома на глазах российского населения и транслировавшийся Би-Би-Си, «победоносные» чеченские и осетино-грузинская войны.

Исторически христианская церковь сыграла роль ведущей духовной силы, направляющей веру общества на усмирение человеческой гордыни, нравственного удержания от грехопадения личность, но в дальнейшем использовала фанатизм для ведения крестовых походов и религиозных гражданских войн в Европе. В окрепших государствах светская власть заставила отступить церковь: «именем господ» сменилось «именем короля». Индустриальное развитие общества привело к тому, что церковь в Европе вообще начала терять почву под ногами. В протестантских движениях христианства фаворитизации подверглись идеи, нашедшие свое воплощение в религиозных догматах, превращающих профессиональную этику в признак богоизбранности. Фактически, протестантская церковь дает фаворский свет не религиозным, а вполне земным, демократическим и меркантильным идеям.

Православная церковь оказала громадное влияние на формирование русского менталитета. Амплитуда колебания общественного сознания в результате холодной войны привела церковь к ее фавору в современной Российской Федерации. Становясь усиливающимся институтом в системе государства, церковь вновь устремилась в социализирующие институты – армию, систему образования. В трансформирующемся российском обществе наиболее эффективно продвигаются в профессиональной церковной карьере не те, кто разрабатывает и следует канонам церкви, а те, кто имеют предпринимательский талант.

Заключение

Современный лидер в политике должен уметь удовлетворять интересы групп, не выходя за пределы права и гражданских норм и не ставя свое окружение в зависимость от своих благодеяний. Акцент в организации общества необходимо сделать на непосредственной связи людей по поводу управления и решения своих задач, но не решением социально-политических проблем «механизмом посредничества» через фаворита. Познавая закономерности фаворитизма, мы ограничиваем стихийность социальных отношений и вступаем в сферу разумного – оптимального конструирования реальности.

Список литературы

1. Арендт Х. Истоки тоталитаризма. – М.: ЦентрКом, 1996. – 672 с.
2. Валлерстайн И. После либерализма. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 256 с.
3. Кравченко С.А. Социология: парадигмы через призму социологического воображения: учебник для вузов. – М.: Экзамен, 2004. – С. 583–590.
4. Кравченко С.А. Культуральная социология Дж. Александера (генезис, понятие, возможности инструментария) // Социологические исследования – 2010. – № 5. – С. 13–22.
5. Кутырев В.А. Естественное и искусственное: борьба миров. – Н-Новгород : Изд-во Н.-Новгород, 1994. – 199 с.
6. Ebbott P., Wallase K. Explaining economic and social transformations in post-soviet Russia, Ukraine and Belarus. The social quality approach. European Societies © Taylor & Francis. 2010. no. 5. pp. 653–674.
7. Lane D. Civil society in the old and new member states: Ideology, institutions and democracy promotion // European Societies © Taylor & Francis. 2010. no. 3. pp. 293–316.
8. Tangan A. Flexicurity and political philosophy. – New York, Nova Science Publishers, Inc. 2011. 188 p.

References

1. Arendt H. Istoki totalitarizma [The origins of totalitarianism]. Moscow, ZenterKom, 1996. 672 p.
2. Wallerstein I. *Posle liberalizma*. [After liberalism] Moscow, Editorial URSS, 2003. 256 p.

3. Kravchenko S. A. *Sociologija: paradigmy czerez prizmu sociologiczeskogo voobrazheniya. Uchebnik dlya vuzov* [The sociology: paradigm of sociological imagination. Textbook for Uni]. M.: «Eksamen». 2004. pp. 583–590.

4. Kravchenko S.A. *Sotsiologicheskie issledovaniya*. 2010. no 5, pp. 13–22.

5. Kutyrev W. A. *Estestvennoe i iskusstvennoe: borba mirov* [Natural and artificial: struggle of worlds]. N.-Novgorod: Isd-vo N.-Novgorod. 1994. pp. 199.

6. Ebbott P., Wallase K. Explaining economic and social transformations in post-soviet Russia, Ukraine and Belarus. The social quality approach. European Societies © Taylor & Francis. 2010. no. 5. pp. 653–674.

7. Lane D. Civil society in the old and new member states: Ideology, institutions and democracy promotion // European Societies © Taylor & Francis. 2010. no. 3. pp. 293–316.

8. Tangan A. Flexicurity and political philosophy. New York, Nova Science Publishers, Inc. 2011. 188 p.

Рецензенты:

Лобанов С.Д., д.филос.н., профессор, заведующий кафедрой философии Пермского государственного института культуры и искусства, г. Пермь;

Мусаелян Л.А., д.филос.н., доцент кафедры философии Пермского государственного национального исследовательского университета, г. Пермь.

Работа поступила в редакцию 28.06.2012.

УДК 681.5

ВЫБОР КРИТЕРИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ УПРАВЛЕНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА БИОСИНТЕЗА

Володин А.А., Лубенцова Е.В.

Невинномысский технологический институт Северо-Кавказского федерального университета, Невинномысск, e-mail: lubenchov@nti.ncstu.ru

Выбор и обоснование оптимальных условий биосинтеза требуют использования критериев эффективности решаемой задачи. Критерий эффективности необходимо представить в виде функции цели, экстремум которой наилучшим образом отвечает задачам получения целевого продукта. Эта функция цели должна отражать показатели интенсивности функционирования производства, а также влияние на эти показатели управляющих воздействий. В качестве такого критерия в данной работе выбрана и обоснована производительность процесса (количество биомассы, образующейся в единицу времени единицей объема среды в аппарате). Этот критерий в отличие от себестоимости, независимой от времени, дает возможность учитывать при поиске оптимальных условий биосинтеза показатели интенсивности функционирования оборудования, т.е. тенденцию к повышению прибыли производства. С учетом выбранного критерия эффективности функционирования процесса биосинтеза микроорганизмов получены оптимальные условия режима культивирования микроорганизмов. При этом полученные численные значения переменных и констант являются начальными условиями для моделирования динамики промышленных биологических объектов управления. Реализация полученных оптимальных значений является необходимым условием для осуществления управляемого культивирования микроорганизмов.

Ключевые слова: биосинтез, критерий эффективности, оптимальные условия, управление и моделирование

SELECTION CRITERIA OF EFFICIENCY AND OPTIMUM CONTROL AND SIMULATION OF BIOSYNTHESIS

Volodin A.A., Lubentsova E.V.

Nevinnomyssky technological Institute North-Caucasian Federal University, Nevinnomyssk, e-mail: lubenchov@nti.ncstu.ru

Choice and substantiation of the optimum conditions of use efficiency criteria on the specific issue to be solved. The criterion of effectiveness must be represented as a function of the objectives which the extremum best meets the objectives of the target product. This purpose should reflect the indicators of intensity of production, as well as the impact on the indicators of control actions. As such a criterion in this paper is selected and the process productivity (the amount of biomass produced per unit time unit of environment in the apparatus). This criterion, in contrast to the cost of production, independent of time, makes it possible to take into account when searching for the optimum conditions of the biosynthesis of densities of equipment, that is, a tendency to increase profits. Taking into account the criterion of efficiency of functioning of the biosynthesis of microorganisms are the optimal conditions for the cultivation of microorganisms. When the numerical values of variables and constants are the initial conditions for the simulation of the dynamics of industrial management of biological objects. Realization of optimal values is necessary for the implementation of the controlled cultivation of microorganisms.

Keywords: biosynthesis, the criterion of effectiveness, optimal conditions, management and modeling

Повышение эффективности управления микробиологическими системами обеспечивает увеличение производительности биореакторов, максимизация которой требует системного анализа закономерностей функционирования протекающих в них процессов с учетом отраслевых особенностей [4]. Трудности проведения такого анализа связаны с недостаточной изученностью микробиологических процессов вследствие их невысокой воспроизводимости и нелинейности. Ограничено также возможностями проведения экспериментальных исследований в промышленных условиях. В связи с отмеченным возрастает роль изучения математических моделей для решения вопроса о принципиальной возможности создания эффективной системы управления. Первоочередной задачей при этом является получение численных значений переменных и констант, являющихся

начальными условиями при моделировании динамики объектов и систем управления ими с учетом свойств и особенностей используемых режимов культивирования микроорганизмов.

В соответствии с положениями системного анализа выбор и обоснование оптимальных условий биосинтеза требуют использования критериев эффективности решаемой задачи [1, 2]. Для нахождения оптимальных условий процесса и создания алгоритмов управления, реализующих оптимальные режимы процессов, необходимо представить критерий управления в виде функции цели, экстремум которой наилучшим образом отвечает задачам производства целевого продукта. Эта функция цели должна отражать показатели интенсивности функционирования производства, а также влияние на эти показатели управляющих воздействий. В качестве такой функ-

ции цели для микробиологической и медицинской промышленности чаще всего применяют производительность, прибыль от реализации продукта или себестоимость продукта [1]. В первом случае оптимальными считаются условия биосинтеза и управления, максимизирующие выбранный критерий, во втором – минимизирующие его.

Анализируя зависимость технико-экономических показателей опытно-промышленной установки получения биопрепарата от производительности, установлено [1], что прибыль с увеличением выпуска продукции увеличивается, как это показано на рис. 1, и эта тенденция сохраняется до конца исследуемого интервала. Следовательно, увеличение производительности соответствует увеличению прибыли, и критерием

оптимального управления процессом (установкой) может быть выбрана максимизация производительности биореактора. Однако следует заметить, что с увеличением производительности затраты, как правило, возрастают непропорционально количеству продукции, в результате чего кривая изменения прибыли при увеличении выпуска целевого продукта имеет максимум в точке $F(D) = F_{\text{опт}}$ (рис. 2). Увеличение выпуска целевого продукта обычно сдерживается предельной мощностью оборудования одной из технологических стадий, образующих узкое место технологического процесса по производительности и не позволяющей увеличить выпуск продукции больше некоторого максимального для данного технологического режима значения F_{max} .

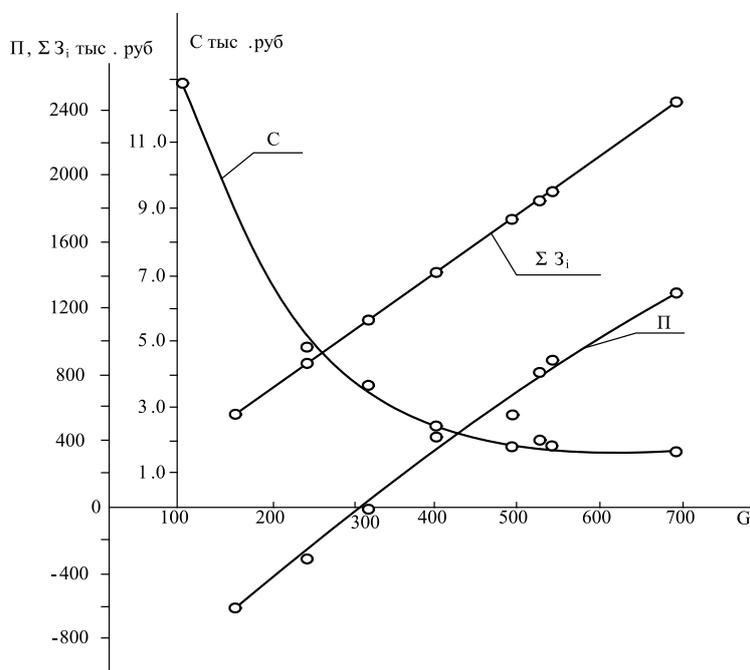


Рис. 1. Зависимость суммарных затрат, себестоимости и прибыли от производительности: ΣZ_i – суммарные затраты, тыс. руб.; C – себестоимость, руб.; П – прибыль, тыс. руб.

Следовательно, если во всей области изменения выпуска целевого продукта $0 < F < F_{\text{max}}$, скорость изменения прибыли $d\Pi/dF(D)_{\text{max}} > 0$, то задача максимизации прибыли совпадает с задачей получения максимизации производительности. Если же $F_{\text{max}} < F_{\text{опт}}$, то для обеспечения выбранного критерия необходимо поддерживать величину $F = F_{\text{опт}}$. При этом нужно учитывать, что вид кривой $\Pi = f(F)$ и значение величины $F_{\text{опт}}$ зависит от характера проведения процесса (периодический или непрерывный) и состояния оборудования.

Таким образом, для управления и моделирования при оптимальных условиях

процесса биосинтеза выберем в качестве критерия производительность процесса (количество биомассы, образующейся в единицу времени единицей объема среды в аппарате). Этот критерий в отличие от себестоимости, независимой от времени, дает возможность учитывать при поиске управлений показатели интенсивности функционирования оборудования, т.е. тенденцию к повышению прибыли производства.

Практический интерес представляет определение условий – скорости разбавления D , при которых величина $F(D)$ будет оптимальной. Для моделирования оптимальных по критерию максимальной про-

изводительности условий биосинтеза рассмотрим процесс, математическая модель которого представлена системой уравнений [3, 5]:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = \mu_m \frac{s}{s+K} x - D_x(x, s, h)x \\ \frac{ds}{dt} = D_s(x, s, h)s_0 - \frac{1}{Y} \mu_m \frac{s}{s+K} x - D_x(x, s, h)s \\ \frac{dh}{dt} = -D_x(x, s, h) + D_s(x, s, h) \end{cases} \quad (1)$$

где x – концентрация микроорганизмов; μ_m – максимальная удельная скорость роста; s – концентрация субстрата; K – константа Моно-Михаэлиса или константа полунасыщения, равная концентрации микроорганизмов, при которой скорость их размножения $\mu(t) = dx/dt$ равна половине

максимальной; $Y_{x/s}$ – экономический коэффициент, равный отношению полученной биомассы к израсходованной массе субстрата $Y_{x/s} = \Delta x / \Delta s$; $D_s(x, s, h)$, $D_x(x, s, h)$ – потоки через реактор ($D = Q/V$ – скорость разбавления; Q – объемная скорость потока, V – объем реактора).

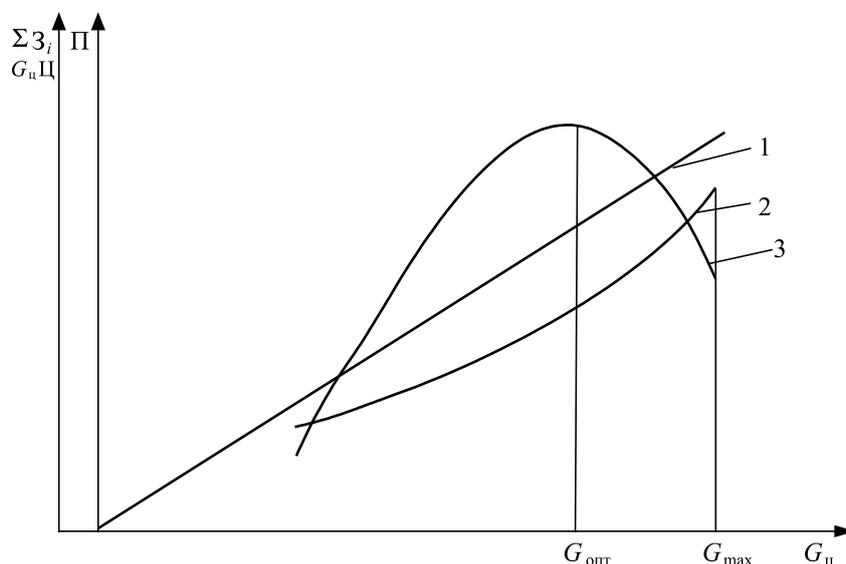


Рис. 2. Изменение прибыли и ее составляющих от производительности: 1 – $G_{ц}$; 2 – суммарные затраты (Σz_i); 3 – прибыль (Π)

Управление таким процессом сводится к регулированию потоков субстрата и продукта, т.е. к определению оптимального характера изменения функций $D_x(x, s, h)$ и $D_s(x, s, h)$. Для этого необходимо установить оптимальный уровень установившегося рабочего потока $D_s = D_x = D$ и оптимальную пороговую концентрацию субстрата, при которой следует начинать его долив. Под оптимальными значениями переменных процесса понимают такие, которые обеспечивают максимум производительности биореакторов по целевому продукту за определенный отрезок времени T . Полагая заданным время процесса биосинтеза T , целевую функцию управления процессом

можно записать в виде максимизации средней производительности за время T :

$$I_{x+} = \frac{1}{T} \int_0^T D_x(t)x(t)dt \rightarrow \max. \quad (2)$$

Процесс можно перевести в квазистационарное состояние в любой момент времени, однако это целесообразно сделать в точке, соответствующей максимуму выражения (2). Для этого рассмотрим работу реактора в стационарном (установившемся) режиме, когда микробная популяция и ее продукты наиболее однородны, концентрации субстрата и продукта становятся постоянными величинами, равно как постоянным становится заполнение аппарата, а их про-

изводные стремятся к нулю. Тогда целевая функция упрощается и сводится к следующей

$$I_{x+} = \frac{1}{T} \int_0^T D_x(t)x(t)dt \approx D \cdot x.$$

Следовательно, производительность по целевому продукту (биомассе) как показатель эффективности функционирования биореактора, принимает вид

$$F(D) = D \cdot x(D) = I_s + (D).$$

Найдем зависимость производительности по биомассе от скорости разбавления. Для этого приравняем производные в системе дифференциальных уравнений к нулю и из полученной системы алгебраических уравнений выразим эту функцию так:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = \mu_m \frac{s}{s+K} x - D \cdot x = 0 \\ \frac{ds}{dt} = Ds_0 - \frac{1}{Y} \mu_m \frac{s}{s+K} x - Ds = 0 \end{cases} \begin{cases} \mu_m \frac{s}{s+K} x = D \cdot x \\ D(s_0 - s) = \frac{1}{Y} \mu_m \frac{s}{s+K} x \end{cases} \begin{cases} \frac{s}{s+K} = \frac{D}{\mu_m} \\ D(s_0 - s) = \frac{1}{Y} D \cdot x \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{s}{s+K} = \frac{D}{\mu_m} \\ Y(s_0 - s) = x \end{cases} \begin{cases} \frac{s+K}{s} = \frac{\mu_m}{D} \\ Y(s_0 - s) = x \end{cases} \begin{cases} \frac{K}{s} = \frac{\mu_m}{D} - 1 \\ Y(s_0 - s) = x \end{cases} \begin{cases} s = \frac{K}{\frac{\mu_m}{D} - 1} \\ Y(s_0 - s) = x \end{cases}$$

$$D \cdot x = F(D) = DY(s_0 - s) = DY \left(s_0 - \frac{K}{\frac{\mu_m}{D} - 1} \right);$$

$$F(D) = DY \left(s_0 - \frac{K}{\frac{\mu_m}{D} - 1} \right). \quad (3)$$

На рис. 3 приведена зависимость производительности по биомассе $F(D) = D \cdot x(D)$ от скорости разбавления D при $\mu_m = 0,34$; $s_0 = 40$; $K = 9$; $Y = 0,8$

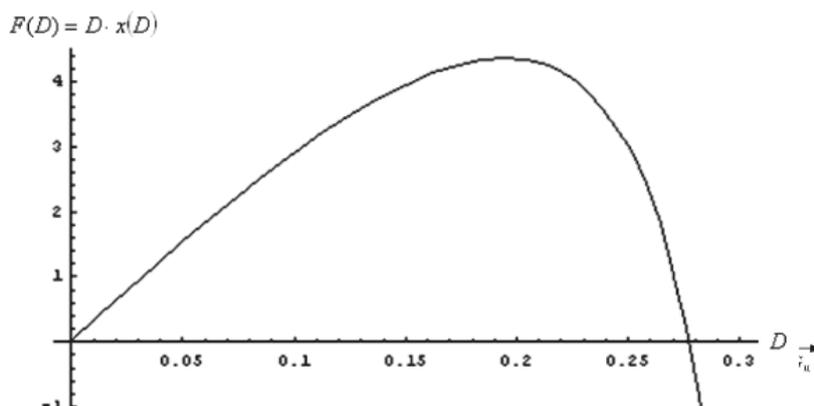


Рис. 3. Зависимость производительности по биомассе от скорости разбавления D

Практический интерес представляет определение скорости разбавления D , при которых величина $F(D)$ будет оптимальной.

Для определения экстремума необходимо приравнять нулю частную производную $F'(D)$:

$$\begin{aligned}
 F'(D) &= Y \left(s_0 - \frac{K}{\frac{\mu_m}{D} - 1} \right) + YD \left(- \left(- \frac{K \left(- \frac{\mu_m}{D^2} \right)}{\left(\frac{\mu_m}{D} - 1 \right)^2} \right) \right) = Y \left(s_0 - \frac{K}{\frac{\mu_m}{D} - 1} \right) - YD \frac{K\mu_m}{\left(\frac{\mu_m}{D} - 1 \right)^2 D^2} = \\
 &= Y \left(s_0 - \frac{KD}{\mu_m - D} - \frac{K\mu_m D}{(\mu_m - D)^2} \right) = Y \frac{s_0 (\mu_m - D)^2 - KD (\mu_m - D) - K\mu_m D}{(\mu_m - D)^2} = \\
 &= Y \frac{s_0 \mu_m^2 - 2s_0 \mu_m D + D^2 s_0 - KD \mu_m + KD^2 - K\mu_m D}{(\mu_m - D)^2} = \\
 &= Y \frac{D^2 (s_0 + K) - 2\mu_m (s_0 + K) D + s_0 \mu_m^2}{(\mu_m - D)^2}; \quad F'(D) = 0;
 \end{aligned}$$

$$D^2 (s_0 + K) - 2\mu_m (s_0 + K) D + s_0 \mu_m^2 = 0;$$

$$D^2 - 2\mu_m D + \frac{s_0}{s_0 + K} \mu_m^2 = 0;$$

$$\begin{aligned}
 D_{1,2} &= \frac{2\mu_m \pm \sqrt{4\mu_m^2 - 4 \frac{s_0}{s_0 + K} \mu_m^2}}{2} = \frac{2\mu_m \pm \sqrt{4\mu_m^2 \left(1 - \frac{s_0}{s_0 + K} \right)}}{2} = \mu_m \left(1 \pm \sqrt{1 - \frac{s_0}{s_0 + K}} \right) = \\
 &= \mu_m \left(1 \pm \sqrt{\frac{s_0 + K - s_0}{s_0 + K}} \right) = \mu_m \left(1 \pm \sqrt{\frac{K}{s_0 + K}} \right); \quad (4)
 \end{aligned}$$

$$F'(D) = Y \frac{D^2 (s_0 + K) - 2\mu_m (s_0 + K) D + s_0 \mu_m^2}{(\mu_m - D)^2};$$

$$F'(D) = Y \frac{(s_0 + K) \left(D - \mu_m \left(1 - \sqrt{\frac{K}{s_0 + K}} \right) \right) \left(D - \mu_m \left(1 + \sqrt{\frac{K}{s_0 + K}} \right) \right)}{(\mu_m - D)^2}.$$

Так как все константы s_0, K, μ_m положительны, производная меняет знак с плюса на минус, т.е. имеет место максимум производительности при D_{opt} :

$$D_{opt} = D = \mu_m \left(1 - \sqrt{\frac{K}{s_0 + K}} \right). \quad (5)$$

Как видно, оптимальная скорость вымывания не зависит от экономического коэффициента Y , а зависит только от s_0, K, μ_m . Определим также равновесную остаточную концентрацию субстрата, равновесную концентрацию продукт при оптимальном потоке. После несложных преобразований получим:

$$\begin{aligned}
 s_\infty &= \frac{K}{\frac{\mu_m}{D} - 1} = \frac{K}{\frac{\mu_m}{\mu_m \left(1 - \sqrt{\frac{K}{s_0 + K}} \right)} - 1} = \frac{K}{1 + \sqrt{\frac{K}{s_0 + K}}} = \frac{K \left(1 - \sqrt{\frac{K}{s_0 + K}} \right)}{\sqrt{\frac{K}{s_0 + K}}} = K \left(\sqrt{\frac{s_0 + K}{K}} - 1 \right);
 \end{aligned}$$

$$s_{\infty} = \sqrt{(s_0 + K)K} - K; \quad (6)$$

$$x_{\infty} = Y(s_0 - s) = Y\left(s_0 + K - \sqrt{(s_0 + K)K}\right). \quad (7)$$

В нашем случае после подстановки численных значений получаем

$$s_{\infty} = \sqrt{(40+9)9} - 9 = 12 \frac{\Gamma}{\text{Л}};$$

$$x_{\infty} = 0,8(40-12) = 22,4 \frac{\Gamma}{\text{Л}}.$$

Как видно из рис. 2 производительность по биомассе в хемотратном процессе сначала возрастает до $D_{\text{опт}}$, а затем резко падает. Максимум производительности соответствует скорости протока при вымывании $D_s = D_x = D \approx 0,2 \text{ ч}^{-1}$, что совпадает с величинами, принятыми на практике. Огра-

ничением по величине скорости протока является значение $D = 0,2776 \text{ ч}^{-1}$, т.е. при данной кинетике $\mu = \mu(S, X, D)$ и данном значении D процесс практически не реализуется. Это связано с тем, что скорость протока настолько велика, что поступающий субстрат полностью вымывается из аппарата и образования продукта и биомассы не происходит.

Другим важным показателем является коэффициент использования K_u [3], который определяется как отношение разности интегрального притока (субстрата) I_{s+} и интегрального остатка (субстрата) I_{s-} к интегральному притоку:

$$Ku = \frac{I_{s+} - I_{s-}}{I_{s+}} = 1 - \frac{I_{s-}}{I_{s+}} = 1 - \frac{\int_0^T D_x(t) s(t) dt}{s(0)h(0) + \int_0^T D_s(t) s_0 dt}, \quad (8)$$

где $I_{s+} = s(0)h(0) + \int_0^T D_s(t) s_0 dt$; $I_{s-} = \int_0^T D_x(t) s(t) dt$.

Как видно из полученного, I_{s+} и K_u являются функциями скорости протока среды $D_s(t)$, отбора продукта $D_x(t)$ и кон-

центрации субстрата $S(t)$. Равновесное значение коэффициента использования равно:

$$Ku(\infty) = 1 - \frac{I_{s-}(\infty)}{I_{s+}(\infty)} \approx \lim_{T \rightarrow \infty} \left(1 - \frac{Ds(\infty)T}{s(0)h(0) + Ds_0T} \right) = 1 - \frac{s(\infty)}{s_0} = 1 - \frac{12}{40} = 0,7. \quad (9)$$

Очевидно, что концентрация x_{∞} – это и есть та максимальная концентрация дрожжей, которую можно получить. С другой стороны, именно концентрация субстрата s_{∞} и есть оптимальная пороговая концентрация, при которой следует начинать его доливку.

Полученные численные значения переменных и констант являются начальными условиями для моделирования динамики биообъектов управления. При этом видно, что область вблизи экстремума целевой функции $F(D)$ является нелинейной. Это необходимо учитывать при разработке системы управления процессом биосинтеза, в которой полученные значения переменных процесса являются заданными значениями параметров процесса. Разработка

систем управления процессами культивирования микроорганизмов предполагает реализацию полученных данных, исходя из критерия управления, оптимальных условий и комплекса взаимосвязанных задач, которые формируются на основе системного анализа и функционально-алгоритмического синтеза системы.

Список литературы

1. Постановка задачи управления типовым микробиологическим производством / А.В. Бабаянц и др. // Автоматизация микробиологических производств (Сборник работ, вып. II). – НИПИ «Нефтехимавтоматика», 1976. – С. 13–21.
2. Бирюков В.В. Оптимизация периодических процессов микробиологического синтеза / В.В. Бирюков, В.М. Кантере. – М.: Наука, 1985 – 293 с.
3. Бирюков В.В. Основы промышленной биотехнологии. – М.: Химия, КолосС, 2004. – 296 с.

4. Кафаров В.В. Системный анализ процессов химической технологии / В.В. Кафаров, И.Н. Дорохов. – М.: Наука, 1976. – 500 с.

5. Компьютерное моделирование биотехнологических процессов и систем: учеб. пособие / Д.С. Дворецкий и др. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005. – 80 с.

References

1. Babayants A.V., Dumchikov A.K., Khanukayev YA.A., Kolpikov YU.G. Avtomatizatsiya mikrobiologicheskikh proizvodstv, vyp. I, NIPi Neftekhimavtomatika, 1976, pp. 13–21.

2. Biryukov V.V., Kantere V.M. Optimizatsiya periodicheskikh protsessov mikrobiologicheskogo sinteza, Moskva, Nauka, 1985, 293 p.

3. Biryukov V.V. Osnovy promyshlennoy biotekhnologii. Moskva, KolosS, 2004, 296 p.

4. Kafarov V.V., Dorokhov I.N. Sistemnyy analiz protsessov khimicheskoy tekhnologii, M.: Nauka, 1976, 500 p.

5. Kompyuternoye modelirovaniye biotekhnologicheskikh protsessov i sistem: Ucheb. posobiye. Dvoretzkiy S.I., Dvoretzkiy D.S., Muratova Ye.I., Yermakov A.A., Tambov, 2005, 80 p.

Рецензенты:

Мочалов В.П., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Автоматизированные системы обработки информации и управления» ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Ставрополь;

Лубенцов В.Ф., д.т.н., профессор кафедры «Информационные системы, электропривод и автоматика» Невинномысский технологический институт (филиал) ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Невинномысск.

Работа поступила в редакцию 10.09.2012.

УДК 541.136.5

ТЕПЛОВОЙ РАЗГОН В НИКЕЛЬ-КАДМИЕВЫХ АККУМУЛЯТОРАХ**¹Галушкин Д.Н., ²Галушкин Н.Е., ¹Язвинская Н.Н.**¹ФГБОУ ВПО «Южно-Российский государственный университет экономики и сервиса»,
Шахты, e-mail:dmitri_gl@mail.ru;²ФГАОУ ВПО «Новошахтинский филиал Южного федерального университета», Новошахтинск

Проведено исследование возможности теплового разгона в никель-кадмиевых аккумуляторах 2НКБ-32, 2НКБ-15, НКГ-30СА, НКГ-10Д. С этой целью аккумуляторы циклировались в жестких условиях. Заряд аккумуляторов выполнялся при постоянных напряжениях 1,45; 1,67; 1,87; 2,2 В. Разряд выполнялся током в соответствии с инструкцией по эксплуатации данных аккумуляторов до напряжения 1 В. Для каждого типа аккумуляторов было выполнено по 640 зарядно-разрядных циклов. Во всех случаях наблюдения теплового разгона заряд аккумуляторов выполнялся при напряжении 2,2 В, что значительно превышает среднее напряжение эксплуатации данных аккумуляторов на объекте 1,35–1,5 В, т.е. данные результаты показывают, что вероятность появления теплового разгона увеличивается с ростом напряжения заряда. Кроме того, во всех случаях теплового разгона аккумуляторы имели сроки эксплуатации больше пяти лет при гарантийном сроке службы в три года, т.е. данные результаты показывают, что вероятность появления теплового разгона увеличивается с ростом срока эксплуатации батарей. В результате теплового разгона из никель-кадмиевых аккумуляторов выделялось большое количество водорода, примерно 10 л(А·ч)⁻¹ для негерметичных аккумуляторов и 1,3 л(А·ч)⁻¹ для герметичных аккумуляторов.

Ключевые слова: аккумулятор, никель-кадмиевый, тепловой разгон, накопление водорода**THERMAL RUNAWAY IN NICKEL-CADMIUM ACCUMULATORS****¹Galushkin D.N., ²Galushkin N.E., ¹Yazvinskaya N.N.**¹South-Russia State University of Economics and Services, Shakhty, e-mail:dmitri_gl@mail.ru;²Novoshakhtinsk Branch of Southern Federal University, Novoshakhtinsk

A study was performed on possibility of thermal runaway in 2NKB-32, 2NKB-15, NKG-30CA NKG-10D nickel-cadmium batteries. With the above purpose the batteries were cyclically charged/discharged under severe conditions. The batteries were charged at constant voltages of 1,45; 1,67; 1,87; 2,2 V. The batteries were discharged by the current, in accordance with the operating manual for the batteries, up to the voltage of 1 V. For each battery type there were 640 charging/discharging cycles performed. In all cases of thermal runaway observance charging of batteries was performed at voltage 2,2 V, which greatly exceeds average field operating voltage of the above batteries 1,35–1,5 V, i.e. the given results demonstrate, that probability of thermal runaway occurrence grows with the growth of charging voltage. Besides in all cases of thermal runaway the batteries had the service life exceeding five years, when the guaranteed service life of the batteries was three years, i.e. the above results demonstrate, that probability of thermal runaway grows with the growth of batteries' lifespan. In the result of thermal runaway a big amount of hydrogen evolved in nickel-cadmium batteries: approximately 10 l(A·h)⁻¹ for vented batteries, and 1,3 l(A·h)⁻¹ for sealed batteries.

Keywords: accumulator, nickel-cadmium, thermal runaway, hydrogen accumulation

Тепловой разгон – явление, свойственное аккумуляторам различных электрохимических систем. Анализ литературных источников показывает, что тепловой разгон встречается в аккумуляторах следующих типов: никель-кадмиевых [1, 6, 7]; свинцово-кислотных [8, 9]; литиевых (литий-ионных, литий-полимерных) [2, 10]; металлогидридных (металло-водородных) [4, 5].

Аккумуляторы, в которых наблюдается тепловой разгон, в настоящее время устанавливаются во многих приборах бытового и специального назначения: мобильные телефоны, компьютеры, самолеты, резервные источники коммуникационных сетей и т.д. Тепловой разгон в данных приборах и системах неминуемо приведет к выходу системы из строя или к трудностям в их работе. Таким образом, тепловой разгон является в данное время серьезным препятствием в работе очень большого числа современных приборов и систем.

Однако до сих пор далеко неясны причины и источники такого мощного выделения энергии в результате теплового разгона, которое вызывает резкое повышение температуры внутри аккумулятора до высоких значений, что, в свою очередь, приводит к прогоранию сепаратора между пластинами и вскипанию электролита. Также отсутствуют точные сведения о составе газовой смеси, выделяющейся при тепловом разгоне. В силу того, что это явление происходит случайно, не очень ясны причины и условия, приводящие к тепловому разгону, за исключением только того, что оно происходит, как правило, в аккумуляторах с большим сроком эксплуатации в условиях длительного перезаряда. Практически отсутствуют попытки математического моделирования этого процесса. Недостаточная изученность этого явления не позволяет надежно предсказать его возникновение, или, по крайней мере, оценить предрасположенность различных аккумуляторов к тепловому разгону,

а, следовательно, в настоящее время невозможно эффективно бороться с этим опасным явлением. Кардинальное решение данной проблемы возможно только при детальном изучении данного явления и построении надежной практической модели процесса теплового разгона.

Экспериментальная часть

Для экспериментальных исследований выбраны аккумуляторы с плотно упакованными металлокерамическими электродами (герметичные и негерметичные): 2НКБ-32, 2НКБ-15, НКГ-30СА, НКГ-10Д.

Зарядное устройство представляет собой понижающий трансформатор с диодным мостом. Трансформатор на выходе вторичной обмотки под нагрузкой обеспечивает одно из ряда фиксированных значений переменных напряжений: 1,45; 1,67; 1,87; 2,2 В. Зарядное устройство позволяет работать постоянно с токами до 150 А и кратковременно – до 500 А.

Зарядное устройство подключается к блоку параллельно соединенных, как правило, десяти аккумуляторов в жесткой металлической стяжке. Параллельное соединение аккумуляторов осуществляется с помощью двух толстых металлических шин, к которым отдельно прикручиваются положительные и отрицательные клеммы аккумуляторов. Параллельное соединение аккумуляторов позволяет одновременно циклировать около десяти аккумуляторов, что

резко сокращает время проведения необходимых экспериментов.

Для того чтобы тепловой разгон, возникший в одном аккумуляторе, не влиял на возможность возникновения теплового разгона в соседних аккумуляторах (за счет их дополнительного разогрева), между ними в металлической стяжке вставлялись теплоизолирующие деревянные прокладки толщиной два сантиметра.

Аккумуляторы заряжались при постоянных напряжениях согласно табл. 1, режимы разряда и контрольно-тренировочных циклов приведены там же. Они выбраны в соответствии с инструкциями по уходу и эксплуатации данных батарей. Каждый аккумулятор в батареях 2НКБ-32, 2НКБ-15 заряжался отдельно, чтобы исключить эффект разбалансировки аккумуляторов.

Перед изменением зарядного напряжения, чтобы исключить взаимное влияние одного исследуемого зарядно-разрядного цикла на другой (через всевозможные остаточные явления, эффект «памяти» и т.д.), проводились от одного до трех контрольно-тренировочных циклов. Емкость аккумулятора, полученная после каждого контрольно-тренировочного цикла, сравнивалась с первоначальной емкостью. Если полученная емкость отличалась более, чем на 10%, выполнялись дополнительные контрольно-тренировочные циклы. Тем самым обеспечивались одинаковые начальные условия для всех исследуемых зарядно-разрядных циклов.

Таблица 1

Режимы циклирования аккумуляторов

Тип аккумулятора		НКБ-32	НКБ-15	НКГ-30СА	НКГ-10Д
Заряд	Напряжение, В	1,45; 1,67; 1,87; 2,2			
	Время, ч	10			
Разряд	Ток, А	4	2	6	1
	Конечное напряжение, В	1	1	1	1
Контрольно-тренировочный заряд	Ток, А	8	3,8	3	11
	Время, ч	6	6	15	15

В герметичных аккумуляторах перед циклированием в крышке делалось отверстие, в которое вставлялась резиновая пробка с трубкой для отвода газа в эластичную емкость объемом 1060 л. В негерметичных

аккумуляторах трубка надевалась на полый штуцер, вкрученный в стандартное отверстие для отвода газа. Результаты циклирования аккумуляторов 2НКБ-32, 2НКБ-15, НКГ-30СА, НКГ-10Д представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты циклирования никель-кадмиевых аккумуляторов

Тип аккумулятора	НКБ-32	НКБ-15	НКГ-30СА	НКГ-10Д
Количество используемых аккумуляторов	5	5	10	10
Количество зарядно-разрядных циклов	640	640	640	640
Количество тепловых разгонов	1	1	1	0
Срок службы аккумулятора с тепловым разгоном, лет	7,5	6,7	5,8	-
Напряжение заряда при тепловом разгоне, В	2.2	2.2	2.2	-

На основании предварительных исследований установлено, что из аккумулятора в случае теплового разгона выходит газ и пар температурой более 300°C. В соответствии с этим для предохранения накопителя газовой смеси от повреждения весь газ пропускался через стандартный лабораторный змеевиковый охладитель.

Проанализировав данные из табл. 2, можно сделать ряд утверждений. Во-первых, из 640 выполненных зарядно-разрядных циклов для каждого типа аккумуляторов тепловой разгон наблюдался только по одному разу для аккумуляторов 2НКБ-32, 2НКБ-15, НКГ-30СА. Следовательно, тепловой разгон – довольно редкое явление. Во-вторых, во всех случаях наблюдения теплового разгона заряд аккумуляторов выполнялся при напряжении 2,2 В, что значительно превышает среднее напряжение эксплуатации данных аккумуляторов на объекте 1,35–1,5 В. Таким образом, можно утверждать, что вероятность теплового разгона повышается с ростом напряжения заряда аккумуляторов. В-третьих, тепловой разгон – это случайное явление. Наш опыт циклирования показывает, что в некоторых партиях аккумуляторов тепловой разгон не наблюдается при очень большом числе циклов (несколько тысяч). В другой же партии тех же самых аккумуляторов с тем же сроком эксплуатации тепловой разгон происходит довольно легко, если применять жесткие режимы заряда (т.е. вести заряд при больших напряжениях заряда). По всей вероятности тепловой разгон как случайное явление сильно зависит от особенностей каждого аккумулятора и всей истории его эксплуатации.

В экспериментах не пошел на тепловой разгон аккумулятор малой емкости НКГ-10Д.

По всей вероятности, это общее явление для всех никель-кадмиевых аккумуляторов малой емкости. Для начала теплового разгона, по-видимому, важна общая масса аккумуляторов и общий ток заряда.

При большой массе аккумуляторов внутренние электроды сильнее разогреваются из-за худшего теплоотвода от них. Большой общий ток заряда позволит в случае короткого замыкания через дендрит сосредоточить в этом месте большой локальный ток и, следовательно, сильнее локально разогреть этот участок электрода. Оба этих фактора, несомненно, способствуют началу теплового разгона.

В любом случае данные экспериментальные исследования и ранее произведенные показывают, что вероятность теплового разгона уменьшается с уменьшением емкости аккумулятора.

Наш многолетний опыт циклирования аккумуляторов, а также анализ эксплуатации аккумуляторов различных типов на реальных объектах показывает, что тепловой разгон никогда не возникает в новых аккумуляторах или в аккумуляторах с небольшим сроком эксплуатации. Обычно тепловой разгон возникает в аккумуляторах со сроком эксплуатации, значительно превышающим гарантийный срок их работы. В данных экспериментах во всех случаях теплового разгона аккумуляторы имели сроки эксплуатации больше пяти лет при гарантийном сроке службы в три года, т.е. данные экспериментальные результаты непосредственно показывают, что вероятность появления теплового разгона увеличивается с ростом срока эксплуатации аккумуляторов.

Состав газовой смеси, выделившейся в результате теплового разгона, представлен в табл. 3.

Таблица 3

Состав газовой смеси, выделившейся в результате теплового разгона

Тип аккумулятора	Общее количество газовой смеси, выделившейся в результате теплового разгона, л	Количество выделившегося пара, л	Оставшийся газ, л
НКБ-32	410	70	340
НКБ-15	205	31	174
НКГ-30СА	57	18	39

Примечание. Точность измерения объемов не ниже 5%.

Общее количество газовой смеси определяется по первоначальному объему выделившегося газа. Затем эластичный накопитель газовой смеси охлаждается до комнатной температуры. Далее производится повторное определение объема выделившегося газа. Разность этих объемов дает объем выделившегося пара.

Таким образом, в результате теплового разгона происходит очень интенсивное, продолжающееся в течение 2–4 минут, выделение газа и пара из аккумуляторов. Температура выделившейся парогазовой смеси не ниже 300°C.

Анализ выделившегося газа выполнен с помощью объемно-оптического газоанализатора ООГ-2М. Данный прибор спосо-

бен определять процентный состав газовой смеси, состоящей из углекислого газа, кислорода, оксида углерода, водорода и метана. Причем углекислый газ, кислород и оксид углерода определяется газо-объемным

методом, а метан и водород – оптическим с помощью встроенного интерферометра.

Результаты анализа газовых смесей, полученных из различных аккумуляторов после теплового разгона, представлены в табл. 4.

Таблица 4

Состав газовых смесей после теплового разгона

Тип аккумуляторов	Концентрация, %		
	Водорода	Кислорода	Прочих газов
НКБ-32	94,5	4,8	0,8
НКБН-15	93	6,3	0,7
НКГ-30СА	96,5	3,1	0,4

Абсолютная ошибка процентной концентрации газов в табл. 4 составляет 0,3–0,5%.

Таким образом, в результате теплового разгона из никель-кадмиевых аккумуляторов выделяется большое количество водорода, примерно 10 л(А·ч)⁻¹ для негерметичных аккумуляторов и 1,3 л(А·ч)⁻¹ для герметичных аккумуляторов.

Данная гипотеза объясняет также и тот факт, что из герметичных аккумуляторов в результате теплового разгона выделяется значительно меньше водорода. Дело в том, что в герметичных аккумуляторах электролит не доливаётся в процессе их эксплуатации, следовательно, в электродах данных аккумуляторов может накопиться водорода не больше, чем его содержится в электролите. Рассмотрим для примера аккумулятор НКГ-30СА. В герметичных аккумуляторах содержится от 2 до 4 см³/(А·ч) электролита [3] стр. 448, то есть для данного аккумулятора от 60 до 120 мл. По нашим данным в этом аккумуляторе 90–100 мл электролита. Следовательно, при разложении всего электролита можно получить не более 120 литров водорода. Так как в исследованных нами аккумуляторах электролит был, и они работали, следовательно, не весь электролит разложился на водород и кислород. Поэтому в электродах аккумулятора НКГ-30СА могло накопиться значительно меньше водорода, чем 120 литров, что и наблюдается в экспериментах.

Список литературы

1. Березкин И. Аккумуляторные батареи на основе NiCd и NiMH элементов для малогабаритной отечественной электронной аппаратуры // Электронные компоненты. – 2000. – № 4. – С. 64–67.
2. Влияние режима эксплуатации на стабильность характеристик герметичных НК аккумуляторов: сб. работ по ХИТ. – Л.: Энергия, 1989. – 190 с.
3. Галушкин Д.Н., Галушкина Н.Н. Исследование процесса теплового разгона в никель-кадмиевых аккумуляторах // Электрохимическая энергетика. – 2005. – Т. 5, № 1. – С. 40–42.
4. Коровин Н.В. Никель-металлогидридные аккумуляторы // Электронные компоненты. – 2002. – № 4. – С. 99–103.
5. Коровин Н.В. Химические источники тока справочник. – М.: МЭИ, 2003. – 560 с.
6. Alvin J. Salkind, Joseph C. Duddy The Thermal Runaway Condition in Nickel-Cadmium Cells and Performance Characteristics

of Sealed Light Weight Cells // Journal of the Electrochemical Society. – 1962. – Vol. 109. № 5 May. – P. 360–364.

7. Bindra Ashok New self-extinguishing electrolyte should lead to non-flammable lithium-ion battery // Electronic Design. – 1998. – Vol. 46. – Is. 12. – P. 31.
8. Robinson R.S., Tarascon J.M. // Journal of Power Sources. – 1994. – Vol. 48. – Is. 3. 19 March – P. 277–284.
9. Takahisa Ohsaki, Takashi Kishi, Takashi Kuboki, Norio Takami, Nao Shimura, Yuichi Sato, Masahiro Sekino, Asako Satoh Overcharge reaction of lithium-ion batteries // Journal of Power Sources. – 2005. – Vol. 146. – Is. 1/2. – P. 97–100.
10. Wickham R.L. Thermal runaway // Wireless Review. 1998. – Vol. 15. – № 19. – P. 3–8.

References

1. Berezkin I. Akkumuljatornye batarei na osnove NiCd i NiMH ehlementov dlja malo-gabaritnojj otechestvennojj ehlektronnojj apparatury // Ehlektronnye komponenty. 2000. no. 4. pp. 64–67.
2. Vlijanie rezhima ehkspluatatsii na stabilnost kharakteristik germetichnykh NK ak-kumuljatorov: sb. rabot po KHIT. L.: Ehnergija, 1989. 190 p.
3. Galushkin D.N., Galushkina N.N. Issledovanie processa teplovogo razgona v ni-kel'-kadmievyykh akkumuljatorakh // Ehlektrokhimicheskaja ehnergetika. 2005. T. 5. no. 1. pp. 40–42.
4. Korovin N.V. Nikel-metallogidridnye akkumuljatory // Ehlektronnye komponenty. 2002. no. 4. pp. 99–103.
5. Korovin N.V. Khimicheskie istochniki toka spravochnik. M.: MEI. 2003. 560 p.
6. Alvin J. Salkind, Joseph C. Duddy The Thermal Runaway Condition in Nickel-Cadmium Cells and Performance Characteristics of Sealed Light Weight Cells // Journal of the Electrochemical Society. Vol. 109. no. 5 May 1962. pp. 360–364.
7. Bindra Ashok New self-extinguishing electrolyte should lead to non-flammable lithium-ion battery // Electronic Design. 1998. Vol. 46. Is. 12. pp. 31.
8. Robinson R.S., Tarascon J.M. // Journal of Power Sources. Vol. 48. Is. 3. 19 March 1994. pp. 277–284.
9. Takahisa Ohsaki, Takashi Kishi, Takashi Kuboki, Norio Takami, Nao Shimura, Yuichi Sato, Masahiro Sekino, Asako Satoh Overcharge reaction of lithium-ion batteries // Journal of Power Sources. 2005. Vol. 146. Is. 1/2. pp. 97–100.
10. Wickham R.L. Thermal runaway // Wireless Review. 1998. Vol. 15. no. 19. pp. 3–8.

Рецензенты:

Евстратов В.А., д.т.н., профессор, декан технологического факультета ФГБОУ ВПО «ШИ (Ф) ЮРГТУ (НПИ)» Минобрнауки России, г. Шахты;

Колесниченко И.В. д.т.н., профессор, зам. директора по образовательной деятельности ФГБОУ ВПО «ШИ (Ф) ЮРГТУ (НПИ)» Минобрнауки России, г. Шахты.

Работа поступила в редакцию 17.09.2012.

УДК 622.233.05:621.3

МОДЕЛИРОВАНИЕ УДАРНЫХ НАГРУЗОК ПРИ БУРЕНИИ СЛОЖНОСТРУКТУРНЫХ ГОРНЫХ МАССИВОВ

Гилёв А.В., Шигин А.О.

ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, e-mail: office@sfu-kras.ru

Анализ наработок на отказ шарошечных долот показывает значительное снижение их стойкости в случае бурения породы со сложной структурой. Проблема снижения стойкости долот при частых изменениях свойств породы может быть решена применением адаптивного вращательно-подающего механизма, способного своевременно определять различные изменения свойств породы и реагировать, корректируя режим бурения. Метод моделирования ударных нагрузок при бурении сложноструктурных горных массивов заключается в измерении скачков давления в гидроцилиндре и тока в обмотке двигателя, вызываемых искусственно созданными гидроударами. Для процесса моделирования ударных нагрузок был разработан и изготовлен лабораторный исследовательский стенд, позволяющий моделировать ударные нагрузки, возникающие при увеличении показателя буримости на различную (заданную) величину при различных относительных значениях показателя буримости до и после удара. В исследовательском стенде в качестве привода применена система из трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором и насоса объемного действия.

Ключевые слова: моделирование ударных нагрузок, бурение сложноструктурных горных массивов, исследовательский стенд, колебание величины тока, обмотка электродвигателя

WORKING OUT OF IDEALISED MODEL OF DRILLING OF ROCKS WITH VARIOUS PHYSICOMECHANICAL PROPERTIES BY ROLLER BIT CHISELS

Gilev A.V., Shigin A.O.

Siberian Federal University, Krasnoyarsk, e-mail: office@sfu-kras.ru

The analysis of time between failures of roller bit chisels shows considerable decrease in their firmness in case of breed drilling with difficult structure. The problem of decrease in firmness of chisels at frequent changes of properties of breed can be solved by use of the adaptive rotary submitting mechanism capable in due time to define various changes of properties of breed and to react, correcting a drilling mode. The method of modeling of shock loadings at drilling of rocks with difficult structure consists in measurement of pressure jumps in the hydrocylinder and a current in a winding of the engine, caused is artificial the created hydroblows. For process of modeling of shock loadings the laboratory research stand, allowing to model the shock loadings arising at increase in an indicator of drilling capacity on various (set) size at various relative values of an indicator of drilling capacity before and after blow was developed and made. In the research stand as a drive the system from the three-phase asynchronous engine with a short-circuited rotor and the pump of volume action is applied.

Keywords: modeling of shock loadings, drilling of rocks with difficult structure, the research stand, fluctuation of size of a current, an electric motor winding

При бурении сложноструктурных массивов горных пород, имеющих колебание физико-механических свойств, часто возникают значительные ударные нагрузки и вибрация, результатом которых является увеличение циклических напряжений во всем буровом органе. В результате 80% случаев отказов приходится на разрушение опор качения шарошек буровых долот [1]. Часто из анализа наработок на отказ шарошечных долот следует вывод о значительном снижении их стойкости (до 2-х раз) в случае бурения породы со сложной структурой. Проблема снижения стойкости долот при частых изменениях свойств породы может быть решена применением адаптивного вращательно-подающего механизма, способного своевременно определять различные изменения свойств породы и реагировать, корректируя режим бурения [2]. Для своевременного определения изменений свойств горной породы необходимо использовать изменения физических или технологических показателей, возникающие по этой причине. Величина, которая изме-

няется явно и с малой задержкой – это линейная скорость забуривания долота в породу и скорость вращения бурового става. Проблема заключается в том, что линейная скорость бурового става не соответствует полностью мгновенной скорости бурового долота по различным причинам. Особенно это проявляется в случае применения в качестве системы подачи нерегулируемых гидроцилиндров [3]. Несжимаемая жидкость не позволяет буровому ставу изменять линейную скорость, независимо от давления и подачи, создаваемых насосами. Удар бурового долота о слой породы, имеющей более высокий показатель буримости, стремится уменьшить линейную скорость бурового инструмента. Ударное усилие, возникающее по причине перехода кинетической энергии в потенциальную, передается по буровому ставу в гидроцилиндр системы подачи. Поскольку жидкость является несжимаемой, возникает гидроудар, сопровождающийся скачком давления. Скачок давления вызывает обратную волну, проходящую через буровой став к буровому ин-

струменту. Ударные нагрузки и колебательный процесс неблагоприятно отражаются как на стойкости бурового инструмента, так и на состоянии бурового става и вращательно-подающего механизма.

Для создания подающего усилия возможно применение адаптивной системы подачи [4]. Принцип адаптивного вращательно-подающего механизма основан на минимальном количестве звеньев в цепи вращательно-подающий механизм – буровой инструмент. Кроме того, адаптивный подающий привод должен максимально быстро реагировать на изменения скорости подачи, вызванные различными перепадами свойств породы. Это условие выполняется в случае применения в качестве привода подачи – линейного электромагнитного двига-

теля, обеспечивающего все необходимые технологические параметры. Тогда ударные нагрузки можно будет фиксировать по скачкам тока в обмотке двигателя.

Метод моделирования ударных нагрузок при бурении сложноструктурных горных массивов заключается в измерении скачков давления в гидроцилиндре и тока в обмотке двигателя, вызываемых искусственно созданными гидроударами. Для процесса моделирования ударных нагрузок был разработан и изготовлен лабораторный исследовательский стенд (рисунок), позволяющий моделировать ударные нагрузки, возникающие при увеличении показателя буримости на различную (заданную) величину при различных относительных значениях показателя буримости до и после удара.

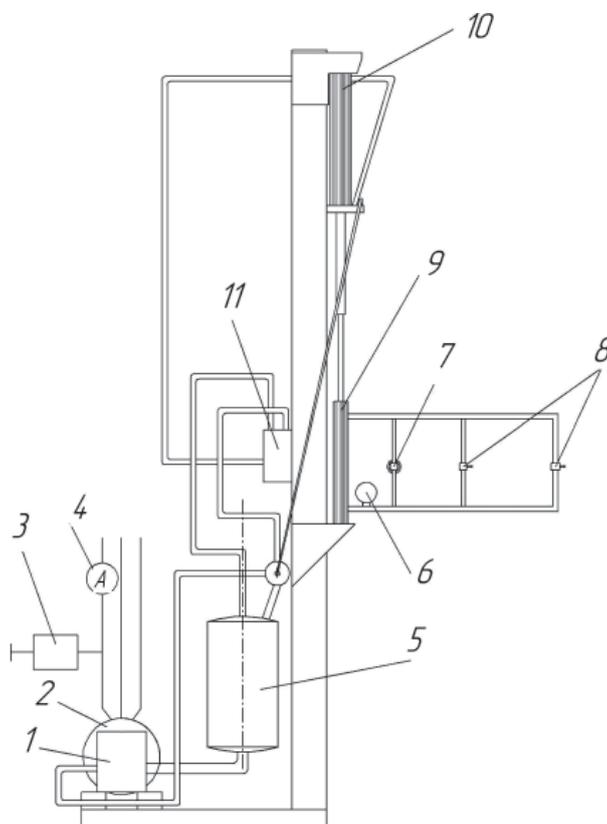


Схема исследовательского стенда для моделирования ударных нагрузок при бурении сложноструктурных горных массивов:

- 1 – насос шестеренчатый ГП1-22; 2 – трехфазный асинхронный электродвигатель;
- 3 – осциллограф; 4 – амперметр; 5 – масляный бак; 6 – манометр; 7 – кран шаровый рабочий;
- 8 – краны шаровые, регулировочные; 9 – гидроцилиндр измерительный;
- 10 – гидроцилиндр рабочий; 11 – золотник

В лабораторном стенде имеется рабочий гидроцилиндр 10, в который подается рабочая жидкость при помощи насоса 1 объемного действия, исключающего обратное перетекание жидкости в камеру насоса в случае гидроудара. Это необходимо для обеспечения жесткой связи между создава-

емыми скачками давления в измерительном гидроцилиндре 9 и скачками тока в обмотке двигателя 2, вращающего вал насоса 1. Моделируемые в стенде ударные нагрузки фиксируются в виде скачков тока в обмотке двигателя 2 при помощи осциллографа 3 и амперметра 4.

Для создания регулируемой нагрузки в стенде предусмотрен измерительный гидроцилиндр 9, имеющий перепускной патрубок. По перепускному патрубку рабочая жидкость перетекает из одной полости измерительного гидроцилиндра в другую под действием поршня. Штоки измерительного и рабочего гидроцилиндров жестко связаны между собой. Для создания гидроудара в перепускном патрубке предусмотрено несколько кранов 8, предназначенных для регулирования давления и скорости движения жидкости до создания удара. Кран 7 предназначен для резкого закрывания соответствующего трубопровода и создания скачка давления в гидросистеме.

Регулирование пропускной способности перепускного патрубка обеспечивается кранами 8. Кран 7, обеспечивающий резкое закрывание и скачок давления, всегда имеет одинаковое сечение и пропускную способность. При его закрывании рабочая жидкость будет протекать по оставшимся открытым трубопроводам. При закрывании одного или нескольких кранов 8 до создания удара мы имеем возможность регулировать сечение и пропускную способность каналов, по которым будет протекать рабочая жидкость после закрывания. В результате проведения серии экспериментов с разной пропускной способностью патрубков получим серию величин.

$$\frac{P_2 - P_1}{P_1},$$

где P_1 – давление в перепускной системе 6 до моделирования удара, закрыванием крана 7 в данном эксперименте, Па; P_2 – давление в перепускной системе 6 в момент моделирования удара, при закрывании крана 7 в данном эксперименте, Па.

Нахождение относительной величины позволит перенести полученные значения на величину

$$\frac{F_2 - F_1}{F_1} \text{ или } \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{\sigma_1},$$

где F_1 – усилие, передаваемое через рабочий орган породе или реакция опоры со стороны породы до возникновения удара при изменении физико-механических свойств породы, Н; σ_1 – напряжение в каком-либо узле рабочего органа до возникновения удара при изменении физико-механических свойств породы, МПа; F_2 – усилие, передаваемое через рабочий орган породе или реакция опоры со стороны породы в момент удара при изменении физико-механических свойств породы, Н; σ_2 – напряжение в каком-либо узле рабочего органа в момент

удара при изменении физико-механических свойств породы, МПа.

Для решения проблемы несвоевременного реагирования на резкие изменения физико-механических свойств породы необходимо применять адаптивный привод подачи [4] рабочего органа бурового станка. Наиболее эффективно данная задача может быть реализована при помощи электромагнитного механизма подачи на основе линейного трехфазного асинхронного двигателя с массивным ротором [5].

В исследовательском стенде в качестве привода применена система из трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором и насоса объемного действия. Механическая характеристика указанных асинхронных двигателей имеет схожую конфигурацию. Отличие заключается в величине КПД и наличии краевых эффектов у линейного двигателя. Однако при достаточно большой длине двигателя краевым эффектом можно пренебречь. Использование насоса объемного действия позволяет снизить неточность фиксирования скачков давления и других характеристик, поскольку рабочая жидкость является несжимаемой, и люфт могут давать только движущиеся части насоса. В случае применения насоса динамического действия данная методика неосуществима, поскольку рабочая жидкость при изменении давления может свободно перетекать через рабочую камеру насоса между лопаток рабочего колеса.

В связи с соблюдением критериев подобия данный стенд позволяет измерить также скачки тока в обмотках двигателя. Применение осциллографа для измерения колебаний тока позволит найти величину

$$\frac{I_2 - I_1}{I_1},$$

где I_1 – величина тока в обмотке двигателя до моделирования удара в данном эксперименте, А; I_2 – величина тока в обмотке двигателя в момент удара в данном эксперименте, А.

Кроме того, стенд позволяет определить линейную скорость движения поршня, при открытых кранах или одном, двух и трех закрытых кранах. Скорость движения поршня измерительного гидроцилиндра может быть определена по формуле

$$v = \frac{S}{t}, \text{ м/с,}$$

где S – ход поршня, м; t – время хода поршня при открытых кранах или одном, двух и трех закрытых кранах.

Если определить относительную величину

$$\frac{v_2 - v_1}{v_1},$$

то данную величину можно перенести на процесс бурения со скоростями, близкими к диапазону скорости движения поршня в стенде.

В результате проведения серии экспериментов и определения указанных характеристик можно построить зависимости

$$\frac{P_2 - P_1}{P_1} = f\left(\frac{v_2 - v_1}{v_1}\right);$$

$$\frac{F_2 - F_1}{F_1} = f\left(\frac{v_2 - v_1}{v_1}\right);$$

$$\frac{\sigma_2 - \sigma_1}{\sigma_1} = f\left(\frac{v_2 - v_1}{v_1}\right);$$

$$\frac{I_2 - I_1}{I_1} = f\left(\frac{v_2 - v_1}{v_1}\right);$$

$$\frac{I_2 - I_1}{I_1} = f\left(\frac{P_2 - P_1}{P_1}\right).$$

Кроме того, важно определить время задержки между моментом возникновения удара и скачком тока в обмотке двигателя.

Для этого все эксперименты должны фиксироваться на видеокамеру, а затем по оцифрованной записи определять те или иные интервалы.

Выводы

1. Разработанный метод моделирования ударных нагрузок позволит изучить возникающие перегрузки в электрической и гидравлической системах вращательно-подающего механизма.

2. Изучение скачков тока в обмотке электродвигателя позволит использовать их в качестве информации о возникающих изменениях физико-механических свойств

породы для последующего автоматизированного изменения режима бурения.

НИР выполнена в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы.

Список литературы

1. Техника, технология и опыт бурения скважин на карьерах. Под ред. В.А. Перетолчина. – М.: Недра, 1993. – 286 с;
2. Разработка экспериментальной установки электромагнитный механизм подачи рабочего органа бурового станка / А.А. Волков и др. // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 2, – 6 с.
3. Подэрни Р.Ю. Горные машины и комплексы для открытых работ: Учебное пособие. – 4-е изд. – М.: Изд-во МГТУ, 2001. – 422 с.
4. Шигин А.О. Основные принципы адаптивной системы подачи рабочих органов буровых станков // Вестник машиностроения. – 2011. – № 5. – 3 с.
5. Исследование характеристик электромагнитного механизма подачи бурового станка / А.О. Шигин и др. // VIII Всероссийская научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященная 155-летию со дня рождения К.Э. Циолковского. – СФУ, 2012.

References

1. Equipment, technology and experience of drilling of wells on pits. Under the editorship of V.A. Peretolchina. M: Subsoil, 1993. 286 p.
2. Volkov A.A., etc. Working out of experimental installation with the electromagnetic feeder of working body of the chisel machine tool // Modern problems of science and education, no. 2, 2012. 6 p.
3. Poderni R. Yu. Mountain cars and complexes for open works: Manual. – 4th prod. – M: MMSU publishing house. 2001. 422 p.
4. Shigin A.O. Basic principles of adaptive system of giving of working bodies of drilling rigs // Messenger of mechanical engineering, no. 5, 2011. 3 p.
5. Shigin A.O., etc. Research of characteristics of the electromagnetic feeder of the drilling rig. The VIII All-Russia scientific and technical conference of students, graduate students and the young scientists, devoted to the 155 anniversary since the birth of K.E. Tsiolkovsky. SFU, 2012.

Рецензенты:

Крушенко Г.Г., д.т.н., профессор, Институт вычислительного моделирования СО РАН, г. Красноярск;

Михайлов А.Г., д.т.н., профессор, Институт химии и химической технологии СО РАН, г. Красноярск.

Работа поступила в редакцию 20.06.2012.

ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ АСФАЛЬТОБЕТОНА

Готовцев В.М., Шатунов А.Г., Румянцев А.Н., Сухов В.Д.
ФГБОУ ВПО «Ярославский государственный технический университет»,
Ярославль, e-mail: gotovtsev_vm@mail.ru

На основе анализа литературных источников сформулированы требования к идеальной структуре композиционных материалов. С позиций теории физико-химической механики П.А. Ребиндера, идеальная структура асфальтобетона должна состоять из мелкодисперсной фракции минеральной части, частицы которой связаны тончайшими пленками битума. Показано влияние состава асфальтобетона и его структуры на эксплуатационные характеристики дорожного покрытия. Установлена активная роль минерального порошка в формировании структуры асфальтобетона. Показан механизм эффекта структурирования связующего в композите и его влияние на свойства материала. Перевод битума в структуре материала в тончайшие адсорбционные слои может принципиально повлиять на свойства асфальтобетона. Установлено, что составы стандартных асфальтобетонных смесей не отвечают требованиям оптимальной структуры, а потенциальные возможности битумо-минеральных материалов далеко не исчерпаны.

Ключевые слова: дисперсная система, асфальтобетон, структурирование, прочность, деформационная устойчивость

PRINCIPLES OF FORMING THE OPTIMAL STRUCTURE OF ASPHALT CONCRETE

Gotovtsev V.M., Shatunov A.G., Rummyantsev A.N., Sukhov V.D.
Yaroslavl state technical university, Yaroslavl, e-mail: gotovtsev_vm@mail.ru

Based on the literary sources analysis, the requirements to composite materials ideal structure were formulated. The ideal compositional materials structure must consist of fine – dispersed mineral part fraction which particles are bound by thinnest bitumen films, according to the P.A. Rebinder's physical – chemical mechanics theory. There was shown how asphalt concrete's formula and structure influence the road surface operational characteristics. The active role of mineral powder in asphalt concrete structure forming was stated. The mechanism of structuring effect of a binder in composite and the way it influences the material's properties was shown. The conversion of bitumen in material structure into thinnest adsorption layers could radically affect the asphalt concrete's properties. It was stated that standard asphalt concrete mixture compositions do not meet the ideal structure requirements and that bitumen – mineral materials have great potential.

Keywords: disperse system, asphalt concrete, structuring, strength, strain-stress stability

Целью настоящей работы является анализ факторов, определяющих влияние состава и структуры композиционных материалов из твердой и жидкой фаз, на их эксплуатационные показатели и выявление новых подходов к разработке композитов с оптимальными свойствами на примере асфальтобетона. Выбор объекта исследования не является случайным, а определен масштабами производства этого материала в нашей стране, в связи с чем совершенствование его свойств и технологии производства имеют стратегическое значение.

Извечная проблема состояния российских дорог в настоящее время принимает угрожающие масштабы. Изменившиеся условия эксплуатации, связанные с резкой интенсификацией дорожного движения, климатические изменения, состоящие в чередовании морозов и оттепелей в периоды межсезонья и в зимнее время, усугубляют проблему и выдвигают новые требования к качеству дорожных покрытий. Существующая практика строительства новых дорог с использованием старых технологий, равно как и принятое у нас «латание дыр»

в дорожном покрытии, заведомо не может дать положительного результата. Несколько лет назад в средствах массовой информации настойчиво звучал призыв к полной замене в нашей стране асфальтобетонных дорожных покрытий на цементобетонные. В связи с этим появляется закономерный вопрос о перспективах развития дорожной сети с использованием асфальтобетонного покрытия.

К свойствам асфальтобетона, обусловившим его широкое распространение, относятся: достаточная механическая прочность, благодаря чему асфальтобетонные покрытия хорошо воспринимают усилия, возникающие при прохождении транспорта; способность к допускаемым упругим и пластическим деформациям, что позволяет асфальтобетонным покрытиям воспринимать возникающие напряжения без разрушений; хорошее сцепление автомобильных шин с асфальтобетонным покрытием, обеспечивающее безопасность движения; возможность получения ровной поверхности при сравнительно небольшой жесткости покрытия, чем обеспечивается бесшумное и ско-

ростное движение транспорта; гигиеничность асфальтобетонных покрытий, легко поддающихся очистке и промывке; способность к хорошему поглощению колебаний, благодаря чему асфальтобетонные покрытия разрушаются меньше, чем, например, бетонные; сравнительная простота ремонта асфальтобетонных покрытий, а также возможность повторного использования старого асфальтобетона [1]

Основные положения теории строения композиционных материалов, включая асфальтобетон, были сформулированы в начале прошлого века разработчиком нового научного направления физико-химической механики, академиком П.А. Ребиндером. Он утверждал: «Самый простой путь повышения прочности любого твердого тела почти до идеального потолка состоит в измельчении его до частиц, по порядку величины соответствующих расстояниям между опасными слабыми местами. Если такие частицы плотно упаковать или склеить тончайшими, а потому тоже высокопрочными после затвердевания, прослойками, полученный материал будет плотным, непроницаемым для жидкостей и газов, макрооднородным, высокопрочным и долговечным» [3].

Сформулированные положения составляют основу создания идеального композиционного материала, в том числе асфальтобетона. С позиции теории П.А. Ребиндера, идеальная структура асфальтобетона должна состоять из мелкодисперсной фракции минеральной части, частицы которой связаны тончайшими пленками битума. Создание такого материала на практике проблематично по целому ряду причин. Прежде всего, это соображения экономического характера. В качестве мелкодисперсной минеральной фракции мог бы использоваться минеральный порошок, входящий в состав минеральной части типового асфальтобетона. Однако такой материал обладает развитой межфазной поверхностью, для смачивания которой требуется большое количество дорогостоящего битума. Кроме того, возникли бы проблемы технологического характера, связанные с получением однородной смеси минерального порошка с малым количеством битума.

От особенностей взаимодействия минеральных и вяжущих материалов зависят основные эксплуатационные свойства асфальтобетонных покрытий. Под воздействием минеральных и органических вяжущих материалов следует понимать комплекс процессов, происходящих при контакте этих материалов. К ним относятся: физическая адсорбция битума поверхностью минеральных частиц; хемосорбци-

онные процессы, протекающие на границе раздела битум – минеральный материал; избирательная диффузия компонентов битума в минеральный материал; изменение свойств минеральных материалов в результате их взаимодействия с битумом.

Физическая адсорбция, происходящая под влиянием физических сил притяжения, приводит к образованию на каменной подкладке ориентированных слоев битума. При хемосорбции адсорбированный битум претерпевает химические изменения. Хемосорбцией затрагивается лишь мономолекулярный слой адсорбированного вещества. При физической адсорбции могут образовываться адсорбированные слои существенно большей толщины. Практически физическая адсорбция возникает при наличии хемосорбции.

Свойства адсорбированного битума, покрывающего минеральные частицы адсорбционными слоями, существенно отличаются от свойств так называемого объемного (свободного) битума. По представлениям П.А. Ребиндера, на поверхности минеральных частиц образуются диффузионные структурированные оболочки битума, плотность и вязкость которых имеют наивысшее значение непосредственно у границы раздела битум – минеральный материал. По мере удаления от этой границы вязкость и плотность битума убывают и в зоне перехода структурированной оболочки в свободный битум принимают номинальные значения, т.е. те значения, которыми характеризуется материал в обычных условиях (свободный битум).

Отличие свойств битума в тонких слоях от свойств объемного битума в значительной мере определяются характером молекулярных взаимодействий на границе раздела твердой и жидкой фаз. Носителями тонких ориентированных слоев битума являются частицы минерального порошка, который обладает наиболее развитой реагирующей поверхностью. На его долю приходится до 90–95% от общей поверхности минеральных частиц, входящих в состав асфальтобетона. Влияние минерального порошка на свойства асфальтобетона может проявляться в нескольких направлениях: упрочнение структурированной дисперсной системы; повышение плотности и снижение водопроницаемости асфальтобетона; уменьшение старения асфальтобетона; повышение водостойкости и морозоустойчивости асфальтобетона.

Таким образом, минеральный порошок является важнейшим структурообразующим компонентом асфальтового бетона. Основная функция минерального порошка состоит в переводе объемного битума

в пленочное состояние. Вместе с битумом он образует структурированную дисперсную систему, выполняющую роль вяжущего материала в асфальтобетоне. При определенном соотношении битум – минеральный порошок достигается наивысшая прочность структурированной дисперсной системы. При уменьшении толщин битумных слоев на поверхности минеральных частиц происходит структурирование битума и упрочнение контактов между зернами. П.В. Сахаров [3] впервые определил назначение минерального порошка как структурной составляющей, образующей совместно с битумом «асфальтовяжущее вещество», сцепляющее зерна. Таким образом, при определенном соотношении содержаний битума и минерального порошка в системе возможно существенное повышение прочности связей между частицами, обусловленное структурированием битума, т.е. переводом его в пленочное состояние. При этом прочностные показатели структурированного битума существенно превышают показатели объемного битума.

Исходя из сказанного, можно сделать на первый взгляд неожиданный вывод: эксплуатационные свойства асфальтобетона во многом определяются наличием минерального порошка и битума, хотя содержание каждого из них в материале не превышает 10%. При определенном соотношении компонентов бинарной смеси «битум – минеральный порошок» достигается наиболее прочная пространственная структура материала. По данным работы [3] оптимальная концентрация битума в такой смеси составляет 13%.

Существующие подходы к формированию структуры реального асфальтобетона принципиально отличаются от сформулированных выше. Как указывалось ранее, при формировании структуры асфальтобетона решающее значение имеет экономический фактор, т.е. себестоимость материала. Создание идеального композита требует концентрации битума в смеси в 13% при условии его полного перевода в пленочное структурированное состояние. Материал такого состава достаточно дорог, в связи с чем в состав структуры асфальтобетона стали вводить крупные фракции минеральной части (щебень), имеющие существенно меньшую удельную поверхность. Это позволило сократить содержание битума и снизить себестоимость материала.

Оптимизацию состава смеси, предназначенной для устройства верхних слоев дорожных покрытий связывали с повышением плотности асфальтобетона. Гранулометрические составы плотных асфаль-

тобетонных смесей были нормированы в СССР с 1932 по 1967 г. В соответствии с этими нормами асфальтобетонные смеси содержали ограниченное количество щебня (26–45%) и повышенное количество минерального порошка (8–23%) [2]. Опыт применения таких смесей показал, что в покрытиях, особенно на дорогах с тяжелым и интенсивным движением, образуются волны, сдвиги и другие пластические деформации. При этом шероховатость поверхности покрытий была также недостаточной, чтобы обеспечить высокое сцепление с колесами автомобилей, исходя из условий безопасности движения.

Принципиальные изменения в стандарт на асфальтобетонные смеси были внесены в 1967 г. В ГОСТ 9128–67 вошли новые составы смесей для каркасных асфальтобетонов с повышенным содержанием щебня (до 65%), которые стали предусматривать в проектах дорог с высокой интенсивностью движения. В асфальтобетонных смесях также было снижено количество минерального порошка и битума, что обосновывалось необходимостью перехода от пластичных к более жестким смесям [2].

Приведенные данные демонстрируют тенденцию к сокращению содержания в смеси минерального порошка, а, следовательно, и битума. В настоящее время наибольшее распространение получили каркасные асфальтобетонные смеси с повышенным содержанием щебня и минимальным содержанием минерального порошка и битума. Плотность структуры таких материалов обеспечивается непрерывной гранулометрией минеральной части. Устойчивость покрытий достигается за счет расклинивания крупных зерен щебня более мелкими фракциями с образованием прочного каменного каркаса. Практически это достигается уменьшением количества минерального порошка в смеси, увеличением содержания крупных дробленых зерен, полным уплотнением смеси, при котором зерна щебня и крупных фракций песка соприкасаются между собой. К положительным качествам таких смесей относят высокую шероховатость и сдвигоустойчивость в покрытии, малую чувствительность свойств асфальтобетона к случайным колебаниям содержания минерального порошка и битума, достаточно высокую технологичность и удобоукладываемость в процессе устройства дорожного покрытия. Каркасные асфальтобетоны применяют на дорогах с высокой интенсивностью движения.

Внешние нагрузки на дорожное полотно воспринимаются каркасом асфальтобетона, что вызывает необходимость

повышенных требований к прочностным показателям каменных материалов. Например, вызывает недоумение следующий факт: прочность образцов асфальтобетона составляет 2,0–2,5 МПа, в то время как прочность используемого в нем щебня должна иметь значения 100–120 МПа. Объяснение этого «парадокса» состоит в следующем. В каркасной структуре асфальтобетона частицы щебня находятся в непосредственном контакте друг с другом. С другой стороны, эти частицы, как правило, имеют остроугольную форму, что приводит к появлению большого количества точечных контактов и возникновению в них высоких удельных напряжений. При недостаточной прочности каменного материала будет происходить его растрескивание с нарушением сплошности покрытия и дальнейшим его разрушением.

В изменившихся в последние годы условиях движения транспортных средств, роста интенсивности движения и возрастающих нагрузок на дорожное полотно к асфальтобетонным покрытиям предъявляют дополнительные требования. Так в ГОСТ 9128–2009 [4] в число показателей асфальтобетона, подлежащих обязательному нормированию, включены показатели сдвигоустойчивости материала. По существующим представлениям сдвигоустойчивость материала, т.е. его способности воспринимать сдвигающие нагрузки, определяется двумя факторами: коэффициентом внутреннего трения и сцеплением частиц. Внутреннее трение в каркасном асфальтобетоне обеспечивается крупными фракциями материала,

расклинными более мелкими частицами, а связность структуры (сцепление) обеспечивается прочностью используемого объемного битума.

Сформированная таким образом структура асфальтобетона далека от идеальной. Отдельные крупные частицы минеральной части (в данном случае щебенки) могут рассматриваться как элементы структурной неоднородности, вследствие чего они являются своего рода «концентраторами» напряжений в асфальтобетоне. Поэтому зоны сопряжения связующего с поверхностью щебенки представляют собой наиболее уязвимые места в асфальтобетоне. Соотношение содержаний минерального порошка и битума в рассмотренных смесях также не является оптимальным, что не позволяет получить структурированные битумные прослойки, обладающие существенно более высокими прочностными показателями в сравнении с объемным битумом.

Для обеспечения сплошности дорожного покрытия необходимо, чтобы асфальтовязущего вещества было достаточно для заполнения пустот минеральной части асфальтобетонной смеси. Проанализируем с этих позиций показатели, нормируемые стандартами, для наиболее часто используемых асфальтобетонных смесей:

- типовой асфальтобетон по [4] – за базовую взята песчаная смесь, тип Д;
- ЩМА по [5] – за базисный вариант взят ЩМА – 10;
- литой по [6] – за основу взята смесь с диаметром частиц не более 5 мм.

Требования ГОСТ и ТУ сведем в таблицу.

Асфальтобетон	Пористость минерального остова, %	Содержание битума, %	Содержание минерального порошка, %
Типовой	18–22	7–9	10–16
ЩМА	Не нормируется	6,5–7,5	10–20
Литой	22	Задается содержание асфальтовязущего: 17–23 % и отношение битум/минеральный порошок 0,4–0,65	

Из приведенных в таблице данных следует.

1. Соотношение содержаний минерального порошка и битума существенно отличается от оптимального. Для всех рассмотренных видов асфальтового бетона содержание битума в смеси превышает оптимальное значение. Значительная часть битума пребывает в свободном состоянии, снижая показатели прочности и сдвигоустойчивости. Проявление эффекта структурирования возможно лишь в отдельных зонах контакта частиц минеральной части, что не может отразиться на интегральных свойствах асфальтобетонного покрытия.

2. Содержание асфальтовязущего в рассмотренных смесях достаточно для заполнения пустот в остове минеральной части, что позволяет получить структуру материала с минимальной пористостью.

Основным недостатком используемых в настоящее время асфальтобетонных смесей является недостаточное сцепление минеральных частиц в структуре асфальтобетона. В последние годы активно проводятся исследования, направленные на повышение прочности сцепления. Здесь можно выделить несколько направлений: модификация битума различными добавками, включая полимерные добавки; введение в битум

структурирующих добавок в виде наночастиц, создающих дополнительные связи между молекулами связующего; использование механических структурирующих элементов в виде волокон или нитей.

Отметим, что большинство модификаторов битума являются, как правило, дорогостоящими добавками и, несмотря на их незначительное содержание в битуме, их применение обычно связано со значительным удорожанием асфальтобетона. Кроме того, применение новых материалов может быть связано с ужесточением требований к гранулометрии асфальтобетонных смесей. Так, в производстве щебеночно-мастичного асфальтобетона (ЩМА), получившего в последние годы достаточно широкое применение, нормируются не только прочностные показатели каменных материалов, но и их форма. Щебень должен быть кубовидной формы, а содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы в щебне должно быть не более 15% по массе. В соответствии с ГОСТ 31015–2002 щебеночно-мастичная асфальтобетонная смесь (ЩМАС) – рационально подобранная смесь минеральных материалов (щебня, песка из отсевов дробления и минерального порошка), дорожного битума (с полимерными или другими добавками или без них) и стабилизирующей добавки, взятых в определенных пропорциях и перемешанных в нагретом состоянии. В качестве стабилизирующей добавки применяют целлюлозное волокно или специальные гранулы на его основе.

В заключение отметим, что для создания структуры асфальтобетона с оптимальными или близкими к ним свойствами с учетом экономических требований требуются существенные изменения как в составе асфальтобетонных смесей, так и в технологии их производства. Здесь на первый план, по мнению авторов, должны выдвигаться классические положения физико-химической механики, связанные с созданием оптимальной структуры асфальтобетона и использованием эффекта структурирования частиц в композите. По-

тенциальные возможности битумо-минеральных материалов далеко не исчерпаны, что определяет необходимость проведения дальнейших исследований по их совершенствованию.

Список литературы

1. Гезенцевей Л.Б. Асфальтовый бетон из активированных минеральных материалов. – М.: Изд-во по строительству, 1971. – 255 с.
2. Кириухин Г.Н. Проектирование состава асфальтобетона и методы его испытания: Обзорная информация. – Вып. № 6. – М.: Информавтодор, 2005. – 103 с.
3. Ребиндер П.А.. Избранные труды. Поверхностные явления в дисперсных системах. Ч. Физико-химическая механика. – М.: Наука, 1979. – 469 с.
4. Смесей асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон: ГОСТ 9128–2009.
5. Смесей асфальтобетонные и асфальтобетон. Щебеночно-мастичные: ГОСТ 31015–2002.
6. Смесей асфальтобетонные литые и литой асфальтобетон: ТУ 5718-002-04000633–2006.

References

1. Gezencvej L.B. Asfaltovyj beton iz aktivirovannyh mineralnyh materialov., M.: Izd-vo po stroitelstvu, 1971., pp. 255.
2. Kirjuhina G.N. Proektirovanie sostava asfaltobetona i metody ego ispytaniya: Obzornaja informacija., no. 6., M.: Informavtodor., 2005., pp. 103.
3. Rebinde P.A.. Izbrannye trudy. Poverhnostnye javleniya v dispersnyh sistemah. Ch. Fiziko-himicheskaja mehanika., M.: Nauka, 1979, pp. 469.
4. Smesi asfaltobetonnnye dorozhnye, ajerodromnye i asfaltobetona. GOST 9128–2009.
5. Smesi asfaltobetonnnye i asfaltobetona. Schebenochno-mastichnye. GOST 31015–2002.
6. Smesi asfaltobetonnnye litye i litoj asfaltobetona. TU 5718-002-04000633–2006.

Рецензенты:

Епархин О.М., д.т.н., профессор, директор Ярославского филиала ГОУ ВПО «Московский государственный университет путей сообщения», г. Ярославль;

Бачурин В.И., д.ф.-м.н., профессор кафедры высшей и прикладной математики Ярославского филиала ГОУ ВПО «Московский государственный университет путей сообщения», г. Ярославль.

Работа поступила в редакцию 24.08.2012.

УДК 614.841

ОГНЕСТОЙКОСТЬ БЕТОНА: МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО УДАРА**Еналеев Р.Ш., Теляков Э.Ш., Анаников С.В., Гасилов В.С.***Казанский национальный исследовательский технологический университет,
Казань, e-mail: firepredict@yandex.ru*

Рассмотрены теоретические модели крупномасштабного горения углеводородных топлив. Предложена полуэмпирическая модель горения огненного шара. Проведен анализ литературных данных по моделированию высокоинтенсивных тепловых потоков в различных областях техники и технологиях. Впервые предложено использование химической энергии пиротехнических составов для моделирования теплового потока реальных пожаров в нефтегазохимическом комплексе. Разработана техника эксперимента по импульсному нагреву образцов бетона в лабораторных условиях. Проведено математическое моделирование процессов теплообмена в системе «пиротехнический состав-образец бетона». Установлена адекватность модели экспериментальным данным.

Ключевые слова: углеводородное топливо, крупномасштабное горение, импульсный нагрев, математическое моделирование

FIRE RESISTANCE OF CONCRETE: MODELLING OF HEAT PUSH**Enaleev R.S., Telyakov E.S., Ananikov S.V., Gasilov V.S.***Kazan National Research Technological University, Kazan, e-mail: firepredict@yandex.ru*

Theoretical models of large-scale combustion of hydrocarbon fuels are considered. Semi-empirical model of burning fireball is offered. The analysis of the literature on modeling of high-intensity heat flow in the various fields of engineering and technology is lead. For the first time the use of chemical energy of pyrotechnic composition is offered for real fires heat flow modeling in oil and gas industry. The technique of pulse heating experiment on concrete samples in the laboratory conditions is developed. Mathematical modeling of heat and mass transfer processes is lead in the system «pyrotechnic composition – concrete sample». Adequacy of the model to experimental data is established.

Keywords: hydrocarbon fuels, large-scale burning, pulse heating, mathematical modeling

Бетон и его композиты являются наиболее распространенным несгораемым материалом строительных конструкций. Предельные состояния бетонных конструкций могут возникнуть в аварийных ситуациях при горении энергоемких веществ и материалов в аэрокосмической технике, атомной энергетике, нефтехимической технологии, металлургии.

Модели углеводородных пожаров

В литературе предлагаются экспериментальные, полуэмпирические и теоретические модели крупномасштабного горения углеводородных топлив. Одна из последних моделей выполнена международным коллективом под руководством Махвиладзе Г.М. [7]. Скорость турбулентного горения описывалась моделью дробления турбулентных вихрей, согласно которой скорость потребления горючего лимитируется процессами турбулентного смешения компонентов, а сама химическая реакция считается бесконечно быстрой.

В соответствии с теорией горения Зельдовича Я.Б. [3] для турбулентного диффузионного горения газов основным параметром, влияющим на динамику процесса горения, является нормальная скорость распространения пламени. Этот параметр входит во все кинетические модели. Кроме того, генерирование турбулентности может

быть вызвано не только гидродинамической обстановкой. Если по каким-либо причинам, например, при увеличении концентрации окислителя (кислорода) или начального подогрева горючей смеси стандартная скорость нормального распространения пламени увеличивается, то уже сам процесс горения генерирует турбулентность. Установлено экспериментально, что интенсивность турбулентности, генерируемой процессом горения, превышает интенсивность турбулентности, инициализируемой внешним источником.

В [8] предложена полуэмпирическая модель. Сравнение результатов расчета характеристик горения метано-воздушной смеси при аварийном выбросе топлива в диапазоне массы от 1 до 5 000 т с экспериментальными данными подтверждает адекватность динамической вычислительной модели горения углеводородов.

В данной работе предложенная углеводородная модель используется для прогнозирования предела огнестойкости.

Физическое моделирование импульсного нагрева

В настоящее время теория разрушения бетона, учитывающая весь комплекс факторов теплового воздействия и механизмы высокотемпературных процессов разрушения, далека от своего завершения. Имитация

ция высокоинтенсивных тепловых потоков в лабораторных условиях на относительно большой равномерно облучаемой поверхности является сложной технической задачей. В связи с этим в различных областях техники и технологиях создаются физические модели различных реальных объектов.

Атомная энергетика. При гипотетической аварии на атомной электростанции (АЭС) с разрушением активной зоны реактора (АЗ) возможен выход АЗ за пределы корпуса реактора в результате расплавления днища. Тепловое воздействие на бетон расплавленных материалов при температуре порядка 2000 °С приводит к термическому разложению бетона.

В [1] тепловое воздействие тяжелой аварии имитировалось расплавом с начальной температурой 1500 °С и индукционным нагревом мощностью 36,6 кВт. Расплав воздействовал на бетонный образец диаметром 300 мм и высотой 200 мм. Температура измерялась по оси бетона с шагом 10 мм.

Теплотехнологии. Применение пиротехнических составов (ПС) в качестве высокотемпературных тепловых источников для сварки, пайки металлических элементов и термической обработки сварных соединений впервые предложено в [10]. Для количественной оценки теплового воздействия ПС на сварные объекты измерялась температура в граничных точках системы «ПС-подложка». Моделирование процессов энергопереноса в системе не проводилось.

Нефтехимия. Использование энергоемких термитных смесей для увеличения продуктивности нефтяных скважин является предметом многих исследований, например, [5, 6]. В [6] отмечается, что эффективное управление процессом нагрева нефтяных скважин возможно только на основе детальной информации обо всем комплексе процессов, протекающих в элементах системы из источника нагрева и объекта. Но в работе рассматриваются только теплоотдача от горячей наружной стенки теплового источника в окружающую среду.

Пожарная безопасность. Для имитации реальных потоков теплового излучения от огненных шаров и пожаров разлива в авариях в нефтехимической промышленности в [9, 11] предлагается специальный метод высокоинтенсивного нагрева элементов конструкции за счет химической энергии пиротехнических составов. Первая простейшая модель процесса взаимодействия ПС с бетоном представлена в [2].

В данной работе критерии образования поверхностных трещин и анализ развития объемных трещин получили дальнейшее развитие на основании специального экс-

перимента, описание которого приводится ниже.

Эксперимент организован следующим образом. Смесь цемента, заполнителя и воды заливается в разборный кубический контейнер с ребром 200 мм и с центральным сквозным отверстием (шпуром) диаметром 26 мм. Для измерения температуры в бетонном блоке при изготовлении образцов в процессе заливки размещается 12 термомпар с заданным шагом. Ближайшая к поверхности ПС термомпара расположена на расстоянии 2 мм от обогреваемой поверхности. Распределение удельных тепловых потоков на поверхности бетона измерялось сканирующими калориметрами.

Схема эксперимента представлена на рисунке. Распределения температуры по толщине блока и тепловых потоков на обогреваемой поверхности фиксируются на персональном компьютере аналого-цифровым преобразователем [10]. Во фронте горения происходит превращение химической энергии горючего в энтальпию продуктов горения. Из-за гидравлического сопротивления шлаков в процессе образования газобразных продуктов возникает избыточное давление порядка 2–3 атмосфер, которое релаксирует при фильтрационном переносе газа через пористый слой.

Таким образом, при моделировании номинальных температурных режимов пожара последствиями нагрева бетона являются образование микротрещин и отколов. Основная причина этого явления объясняется увеличением капиллярного давления пара, образующегося при нагреве.

При высокоинтенсивном нагреве, имитирующем реальные сценарии пожара в нефтегазовом комплексе, в бетоне кроме микротрещин могут возникнуть сквозные (магистральные) разрушения. Понимание механизма возникновения и развития магистральных трещин и обоснование теоретических подходов количественного описания этого явления возможно только методом математического моделирования.

Математические модели нагрева

Модель нагрева бетона. Для расчета поля температур в бетоне строится математическая модель теплообмена в системе «ПС-бетон». Между элементами системы в связи с интенсивным теплоотводом образуется контактный слой толщиной 1–2 мм из недогоревшего ПС и воздушного зазора, через которые осуществляется теплопередача различными механизмами теплообмена. Расчет контактного теплового сопротивления является трудноразрешимой задачей. Поэтому интенсивность теплообмена меж-

ду элементами системы «ПС-бетон» рассчитывается по разности температур между ядром ПС и поверхностью бетона:

$$q_s = \alpha_s (T_{ш} - T_б), \quad (1)$$

где $T_{ш}$, $T_б$ – температура шлаков и бетона; α_s – коэффициент теплопередачи в месте

контакта ПС и бетона определяется экспериментально с помощью сканирующего ка-

лориметра; $\alpha_v = \alpha_s \frac{2}{R_0} = \alpha_s \cdot S$, где S – площадь поверхности контакта.

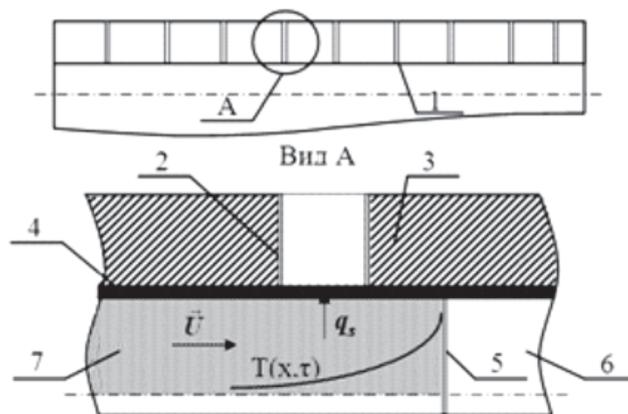


Схема сканирующего калориметра:

1 – набор медных калориметров; 2 – теплоизолятор (слюда); 3 – стальная пластина (объект); 4 – недогоревший слой ПС; 5 – фронт горения; 6 – исходный состав; 7 – твердые продукты горения (шлаки); \vec{U} – скорость движения фронта горения; $T(x, \tau)$ – распределение температуры в шлаке; q_s – плотность теплового потока

При допущении незначительного пепрепада температур по оси бетона урав-

нение энергии для бетона записывается в виде:

$$c(T)\rho \frac{\partial T(x, \tau)}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x} \lambda(T) \frac{\partial T(x, \tau)}{\partial x} - L\rho\omega_0 \frac{d\eta}{d\tau}, \quad (2)$$

где $c(T)$, ρ , $\lambda(T)$ – теплоемкость, плотность, коэффициент теплопроводности материала соответственно; ω_0 – начальное влагосодержание; L – теплота испарения влаги.

В математической постановке задачи высокоинтенсивного нагрева бетона учитывается объемное испарение влаги, описываемое формально-кинетическим уравнением [9]:

$$\frac{d\eta(x, \tau)}{d\tau} = k(1 - \eta(x, \tau)) \exp\left(\frac{-L_0}{RT}\right), \quad (3)$$

где $\eta(x, \tau)$ – глубина (степень) фазового превращения влаги при объемном испарении; k – предэкспонент; L_0 – эффективная энергия активации испарения.

В данной работе в отличие от стандартного метода расчета предела огнестойкости в качестве граничных условий предусмотрено воздействие теплового излучения

$$\frac{\partial(H+h)}{\partial \tau} = \text{div}(\lambda_{np} \cdot \text{grad } T_{np}) + c_g \rho_g \vec{U}_g \cdot \text{grad } T_g + q_v, \quad (4)$$

где H , h – энтальпия твердых и газообразных продуктов соответственно; q_v – интен-

сивность внутреннего источника; λ_{np} , T_{np} – коэффициент теплопроводности и темпе-

рамени пожаров при различных аварийных сценариях выброса углеводородного топлива – огненных шаров, пожара разлития, факельного горения, пожара-вспышки. Моделирование характеристик реального пожара «огненный шар» в лабораторных условиях осуществлялось методом специального нагрева, а расчет граничных удельных тепловых потоков для всех возможных аварийных сценариев проводился по математической модели, представленной в следующем параграфе.

Модель источника нагрева. При умеренных скоростях течения газа, когда работа внешних сил и кинетическая энергия газового потока малы по сравнению с энтальпией твердых и газообразных продуктов, дифференциальное уравнение конвективного теплообмена между продуктами горения и поверхностью бетона можно записать в виде [13]:

ратура продуктов соответственно; c_g , ρ_g – теплоемкость и плотность газообразных продуктов горения; T_g – температура газообразных продуктов; \vec{U}_g – вектор скорости газов.

В связи с распределенным по координате объемным источником за счет теплоотвода от высокотемпературных продуктов горения к относительно холодной подложке физическое поле потенциала переноса температуры будет нестационарным и неоднородным.

$$c_{np}\rho_{np} \frac{\partial T_{np}}{\partial \tau} = \lambda_{np} \nabla^2 T_{np} - c_g \rho_g U_g \nabla T_g - \alpha_v (T_{np} - T_6), \quad (5)$$

где c_{np} , ρ_{np} – теплоемкость и плотность продуктов горения.

Знак минус перед вторым слагаемым в правой части (5) связан с противоположной ориентацией векторов \vec{U}_g и $grad T_g$.

Для численного решения (5) предлагается использовать принцип расщепления решения по физическим процессам. Учитывая малое значение коэффициента теплопроводности продуктов горения ПС (1–2 Вт/м·К), переносом энергии за счет молекулярного механизма можно пренебречь и учитывать только теплоотвод в подложку и конвективный перенос газообразными продуктами горения.

При этом шаг интегрирования по времени делится на два дробных шага. На первом скорость газа принимается равной нулю, решается уравнение (6) и рассчитывается уменьшение температуры за счет теплоотвода, на втором шаге по уравнению (7) рассчитывается приращение температуры за счет конвективного переноса газообразными продуктами

Начало интегрирования начинается с момента времени, когда фронт горения доходит до фиксируемой точки в середине бетонного блока.

$$\left(\frac{\partial T_{np}}{\partial \tau} \right)_л = - \frac{\alpha_v}{c_{np}\rho_{np}} (T_{np} - T_6), \quad (6)$$

$$\left(\frac{\partial T_{np}}{\partial \tau} \right)_к = - \frac{c_g \rho_g U_g}{c_{np}\rho_{np}} \cdot \frac{\partial T_g}{\partial x}. \quad (7)$$

Индексы «л» и «к» относятся к локальному и конвективному теплообмену соответственно.

Значение α_v идентифицируется по данным автоматизированного эксперимента с сканирующим калориметром.

Для решения уравнения (7) необходимо знание распределения гидродинамической скорости газа. Чтобы получить указанное

Тогда для неподвижных шлаков механизмом энергопереноса будет молекулярная теплопроводность (первое слагаемое в уравнении (4), а для газов – молекулярная теплопроводность и молярный (конвективный) массо- и энергоперенос (скалярное произведение векторов в уравнении (4).

$T_g = T_{np}$, но для выделения механизма переноса энергии обозначаются разными индексами.

Для одномерной постановки задачи уравнение (4) в эйлеровых координатах запишется в виде:

распределение скорости газообразных продуктов горения предполагается, что в пористом слое шлаков выполняется закон Дарси:

$$\vec{U}_g = - \frac{k}{\mu} grad \rho, \quad (8)$$

где μ – вязкость газообразных продуктов; k – константа, зависящая только от структуры пористого шлака; ρ – давление газов.

Если известны распределение давления и свойства шлаков, то из (8) определяется скорость газов, а из (7) – конвективная составляющая приращения температуры в фиксированной точке пространства.

Список литературы

1. Домбровский Л.А., Зайчик Л.И., Зейгарник Ю.А. Расчетное моделирование теплового состояния корпуса ядерного реактора при тяжелой аварии с образованием расплава активной зоны // Теплообмен в современной технике: сборник работ отдела теплообмена ИВТ РАН. – М., 1998. – С. 75–92.
2. Еналеев Р.Ш., Теляков Э.Ш., Харитонов О.Ю., Тучкова О.А. Разрушение элементов строительных конструкций при высокоинтенсивном нагреве. В кн.: Космический вызов XXI века. Т.4, Химическая и радиационная физика. – 2011. – С. 579–583.
3. Зельдович Я.Б. Математическая теория горения и взрыва. – М.: Наука, 1980. – 478 с.
4. Исаков Г.Н. Некоторые вопросы методологии кинетического эксперимента при термическом анализе полимерных материалов и композитов на их основе // ТГУ. Деп. ВИНТИ. – 1980. – № 4207–80. – 20 с.
5. Белов Е.Г., Субханкулов И.Р., Коробков А.М., Михайлов С.В. Исследование процесса горения металлосодержащих составов в жидких средах для обработки нефтяных скважин // Вестник Казанского технологического университета. – 2008. – № 6. – С. 237–246.
6. Кобяков В.П., Новиков И.В., Сичинава М.А. Теплоотдача в окружающую среду от импульсного теплового источника типа «бегущей тепловой волны» // Теплофизика высоких температур. – 2011. – Т. 49, № 2. – С. 243–250.
7. Махвиладзе Г.М., Робертс Дж.П., Якуш С.Е. Огненный шар при горении выбросов углеводородного топлива. II. Тепловое излучение // Физика горения и взрыва. – 1999. – Т. 35, № 4. – С. 12–23.
8. Моделирование крупномасштабного горения углеводородных газов / Р.Ш. Еналеев, Э.Ш. Теляков, И.Р. Хайруллин, В.А. Качалкин // Известия ВУЗов. Проблемы энергетики. – 2008. – № 11–12. – С. 26–31.

9. Моделирование предельных состояний элементов строительных конструкций при высокоинтенсивном нагреве / Р.Ш. Еналеев, Э.Ш. Теляков, О.А. Тучкова, М.А. Закиров // Вестник Казанского технологического университета. – 2010. – № 8. – С. 41–50.

10. Моделирование энергопереноса при горении малогазовых тепловых составов в системе с интенсивным теплоотводом / Р.Ш. Еналеев, Н.А. Абдуллин, Р.Р. Димухаметов, В.А. Качалкин // Тепломассообмен-ММФ-2004: IV Минский международный форум. – 2004. – С. 96–98.

11. Огнестойкость элементов строительных конструкций при высокоинтенсивном нагреве / Р.Ш. Еналеев, Э.Ш. Теляков, О.А. Тучкова, О.Ю. Харитоновна // Пожаровзрывобезопасность. – 2010. – Т. 19, № 5. – С. 48–53.

12. Сериков С.В., Мадякин Ф.П., Идиатуллин Р.Ш. Разработка пиротехнических составов для термообработки сварных соединений // Физика горения и взрыва. – 1991. – Т. 27, № 4. – С. 73–78.

13. Теория тепломассообмена / [под ред. акад. РАН А.И. Леонтьева]. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1997. – 682 с.

References

1. Dombrowski L.A., Bunny, L.I., Zeigarnik Y.A. *TeplООbmen v sovremennoitekhnike: sbornikrabortdelateploobmena IVT RAN* [Heat transfer in modern technique: collection of heat transfer department works, Institute of Computational Technologies, Russian Academy of Sciences]. Moscow, 1998, pp. 75–92.

2. Enalejev R.Sh., Telyakov E.Sh., Kharitonova O.Y., Tuchkova O.A. *Space Challenges in XXI Century: Volume 4, Chemical and Radiation Physics*. Moscow, TorusPress, 2011. pp. 579–583.

3. Zel'dovich Y.B. *Matematicheskayateoriyagoreniya I vzryva* [Mathematical theory of combustion and explosion]. Moscow, Nauka, 1980. 478 p.

4. Isakov G.N. *TGU. Dep. VINITI* [Tomsk State University. Dep. Russian Institute of Scientific and Technical Information]. 1980, no. 4207–80. 20 p.

5. Belov E.G., Subkhankulov I.R., Korobkov A.M., Mikhailov S.V. *Vestnik Kazanskogot echnologicheskogo Universiteta Bulletin of Kazan Technological University*. 2008, no. 6, pp. 237–246.

6. Kobyakov V.P., Novikov, I.V., Sichinava M.A. *Teplofizikavysokich temperature-Thermal Physics of High Temperatures*, 2011. Vol. 49, no. 2, pp. 243–250.

7. Makhviladze G.M., Roberts J.P., Yakush S.E. *Combustion and explosion*, 1999. Vol. 35, no.4, pp. 12–23.

8. Enalejev R.Sh., Telyakov E.Sh. Khairullin I.R., Kachalkin V.A. *Novosti Vuzov. Problemy energetiki News of the universities. Problem so energetic*, 2008, no. 11–12, pp. 26–31.

9. Enalejev R.Sh., Telyakov E.Sh., Tuchkova O.A., Zakirov M.A. *Vestnik Kazanskogo technologicheskogo Universiteta Bulletin of Kazan Technological University*, 2010, no. 8, pp. 41–50.

10. Enalejev R.Sh., Abdullin N.A., Dimuhametov R.R., Kachalkin V.A. *Teplomassоobmen-MMF-2004* [IV Minskimezhdunarodniy forum-Heat and Mass Transfer-MMF-2004. IV Minsk International Heat and Mass Forum], 2004, pp. 96–98.

11. Enalejev R.Sh., Telyakov E.Sh., Tuchkova O.A., Kharitonova O.Y. *Pozarovzryvobezопасnost Fire and explosion safety*, 2010, vol. 19, no. 5, pp. 48–53.

12. Serikov S.V., Madyakin F.P., Idiatullin R.Sh. *Fizikagoreniya I vzryva-Physics of Combustion and explosion*, 1991, vol. 27, no. 4, pp. 73–78.

13. *Theoriya teplomassоobmena* [The theory of heat and mass transfer] (ed. by Acad. RAS Leontiev A.I.). Moscow, Publishing of Bauman Moscow State Technical University, 1997, 682 p.

Рецензенты:

Лашков В.А., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Машиноведение», КНИТУ, г. Казань;
Николаев А.Н., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Оборудование пищевых производств», КНИТУ, г. Казань.

Работа поступила в редакцию 06.09.2012.

УДК 624.131; 622.831

АНИЗОТРОПИЯ СТРУКТУРЫ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СИНТЕТИЧЕСКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ СПЛАВОВ

Игнатова А.М., Игнатов М.Н., Артемов А.О.

ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,
Пермь, e-mail: ignatovaanna2007@rambler.ru, artemoff87@mail.ru

Исследование, результаты которого представлены в статье, доказывают явление анизотропии структуры симиналов и описывают характер их механических свойств. Симиналы, как правило, лучше работают при статических сжимающих нагрузках, чем при динамических. Подробно изучена структура различных симиналов, выявленные особенности которой объясняют поведение материала при различных нагрузках. Установлено, что чем меньше размер кристаллических составляющих и чем больше доля аморфной фазы, тем сильнее выражена анизотропия, с развитием кристалличности поперечная прочность увеличивается в ущерб продольной, с развитием спаянности общая прочность снижается. Термическая обработка, с помощью которой и регулируется соотношение кристаллической фазы к аморфной и непосредственно размер кристаллических агрегатов в структуре, должна назначаться не только в соответствии с требованиями по прочности будущего изделия, но и в соответствии с его конфигурацией.

Ключевые слова: каменное литье, синтетические минеральные сплавы, механические свойства, анизотропия, структура

ANISOTROPY OF THE STRUCTURE AND MECHANICAL PROPERTIES OF SYNTHETIC MINERAL ALLOY

Ignatova A.M., Ignatov M.N., Artemov A.O.

National Research Perm Polytechnic University, Perm,
e-mail: ignatovaanna2007@rambler.ru, artemoff87@mail.ru

The study results, which are presented in the article demonstrate the phenomenon of anisotropy of the structure and describe the nature of siminals their mechanical properties. Siminals tend to work better under static compressive loads than dynamic. Studied in detail the structure of various siminals identified features which explain the behavior of materials under different loads. Found that the smaller the size of crystalline components and the greater proportion of the amorphous phase, the more pronounced anisotropy, with the development of crystalline of the transverse strength increases at the expense of the longitudinal, with the development of overall cohesion strength is reduced. Heat treatment by which the adjusted ratio of the crystalline phase to amorphous and crystalline aggregates directly to the size of the structure should be administered not only in conformity with the requirements of the future strength of the product, but also in compliance with its configuration.

Keywords: stone molding, synthetic mineral alloys, mechanical properties, the anisotropy of the structure

Современный уровень развития техники позволяет не только изучить особенности строения природных материалов, но и «повторить» его при синтезе новых материалов. Существует огромное число материалов, созданных искусственно, которые обладают структурой, подобной тем, которые встречаются в природе, причем такое подражание распространяется как на макро-, так и на микроуровень [1–3]. К числу природоподобных материалов относятся синтетические минеральные сплавы (симиналы) [4, 5].

Симиналы представляют собой материалы, полученные по технологии каменного литья, то есть в результате переплавления оксидного сырья, основного и ультраосновного характера. В качестве сырья могут быть использованы как натуральные горные породы, так и техногенные минеральные образования, схожие с ними по составу (доменный шлак, угольные терриконики и т.д.). В среднем температура плавления такого сырья составляет 1300–1500 °С, сам процесс плавления может быть иници-

рован в различных плавильных агрегатах, как топливных, так и электрических, наиболее часто используются электродуговые установки.

Технология каменного литья подразумевает формирование изделий непосредственно на стадии синтеза материала, то есть путем заливки расплава в литейные формы.

Структура симиналов представляет собой сочетание кристаллической и аморфной составляющих, что и делает их так похожими на горные породы как по основным структурным характеристикам, так и по уровню механических свойств.

Наличие в материале структурных составляющих с различной упорядоченностью достигается благодаря двум факторам: наличию упорядоченных нуклеаций в расплаве, которое обусловлено наличием тугоплавких соединений в составе сырья, и проведению кристаллизационно-отжигательной термической обработки, благодаря которой нуклеации развиваются до кристаллических структурных образований.

Термическая обработка включает в себя две стадии: первая – выдержка при температуре 800–900 °С, вторая – охлаждение до комнатной температуры со скоростью 30 °С/ч.

Исследования, проведенные нами ранее [6–10], позволили сформировать наиболее полное представление о структуре симиналов. Кристаллические составляющие в структуре симиналов представляют собой сферолиты, состоящие из ядра и оболочки. Ядро, как правило, представляет собой кристалл тугоплавкого соединения, а оболочка состоит из другого минерального образования обрастающего вокруг ядра, как правило, близко к пироксену. На границе кристаллического составляющего как правило формируется переходный слой к аморфной, этот переходный слой содержит большое число дефектов кристаллической решетки, вакансий чаще всего больше. Аморфная составляющая распределяется между кристаллическими агрегатами неравномерно, она является своеобразной матрицей, которая амортизирует напряжения, возникающие в процессе роста кристаллов. В структуре симиналов могут встречаться макровключения, например, оливин.

Столь сложное строение материала позволяет добиться уникальных механиче-

ских характеристик, а именно сочетания высокой твердости и прочности при сжатии, которое делает симиналы стойкими к механическому изнашиванию [11], можно сказать, что симиналы – одни из самых долговечных материалов, срок службы которых исчисляется десятилетиями.

Недостатком симиналов является низкая пластичность и склонность к хрупким разрушениям, для того чтобы прогнозировать их поведение и предупреждать лавинообразные процессы разрушения при работе в конструкциях, необходимо иметь представление о деформационных процессах в этих материалах. Структура симиналов, как было отмечено ранее, является неравномерной, с большим числом дефектов кристаллической решетки, приводит к анизотропии свойств на макроуровне.

Настоящее исследование преследует цель определить, обладают ли симиналы анизотропией структуры и прочностных свойств на макроуровне, и при ее обнаружении определить характер этого явления.

В качестве объектов исследования выбраны две разновидности симиналов: термостойкие и износостойкие. Эти разновидности отличаются друг от друга по составу (таблица) и по строению.

Химический состав симинала

Разновидность симинала	Содержание, %									
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	K ₂ O+Na ₂ O	FeO	Fe ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	MnO
Износостойкий	47,30	2,30	12,50	8,30	9,50	2,10	10,9	3,40	0,50	-
Термостойкий	56,10	0,40	6,70	13,90	18,80	0,40	-	3,30	-	0,06

Структура износостойкого симинала (рис. 1) порфировая. Порфировые выделения присутствуют в структуре в виде кристаллов магнетита изометрической формы размером от 0,01 до 0,09 мм и хромита размером от 0,01 до 0,07 мм, зачастую выделения образуют вариолы, где в центре – частица магнетита или хромита, а вокруг – лучистые отложения амфиболов. Текстура всех образцов в разной степени полосчатая, пятнистая, кристаллические выделения соединяются между собой буроватой стекломассой (по всей видимости мелкокристаллической). На рис. 1 *г, д, е* представлены структуры симиналов с полосчатой структурой, возникшей в результате переохлаждения расплава на стадии его дифференциации. Траектория текстурообразующих полос совпадает с движением расплава, что явно наблюдается на рис. 1, *е*, где представлен образец, полученный при центробежном литье в металлическую форму. Согласно наблюдениям полосы, формирующие структуру, стремятся к выстраиванию цепочек из сферолитов, в центре таких сферолитов расположены кристаллы магнетита или хромита (которые можно называть рудными выделениями). Встречаются случаи, когда в центре располагаются скелетные кристаллы этих же выделений или авгита, эти центры окружены келифитовыми каемками, возникшими предположительно в результате уже вторичных кристаллизационных процессов, каемки, как правило, представлены амфиболами.

Структура термостойкого симинала полнокристаллическая (рис. 2), мелко- и среднезернистая (размер зерен от 0,2 до 3,6 мм и более), полиаморфная. Главный порообразующий минерал сильно изменен, степень идиоморфизма невысокая. Порообразующий минерал авгит, бурого цвета изометрической, перистой и радиально-лучистой формы, спайность совершенная. Вследствие сильных температурных изменений спайность минерала приобрела зигзагообразное, волнообразное, местами метельчатое направление.

Структура термостойкого симинала полнокристаллическая (рис. 2), мелко- и среднезернистая (размер зерен от 0,2 до 3,6 мм и более), полиаморфная. Главный порообразующий минерал сильно изменен, степень идиоморфизма невысокая. Порообразующий минерал авгит, бурого цвета изометрической, перистой и радиально-лучистой формы, спайность совершенная. Вследствие сильных температурных изменений спайность минерала приобрела зигзагообразное, волнообразное, местами метельчатое направление.

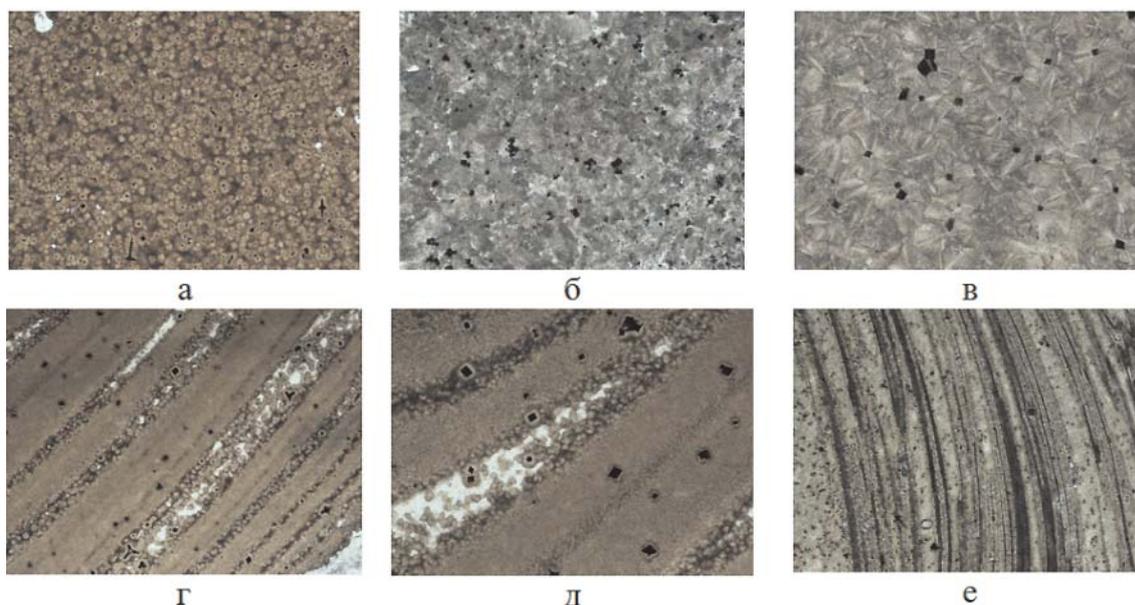


Рис. 1. Структура износостойких симиналов, зафиксированная при скрещенных николях: а – получено в разовой песчано-глинистой форме, ув. $\times 50$; б – получено в разовой песчано-глинистой форме, ув. $\times 50$; в – получено в разовой песчано-глинистой форме, ув. $\times 100$; г и д – структура с зафиксированной дифференциацией, ув. $\times 50$; е – структура полученная при литье металлическую форму центробежным способом, ув. $\times 50$



Рис. 2. Структура термостойкого симинала, полученного в песчно-глинистой форме при скрещенных николях: а – ув. $\times 50$; б – ув. $\times 100$

Данные, полученные о структуре симиналов, свидетельствуют о том, что соотношение кристаллической и аморфной составляющей не постоянно и в разных частях изделия является различным. По аналогии с горными породами известно [12], что значительную роль при деформировании в подобных системах играет аморфная прослойка. Как правило, соотношение кристаллической фазы к аморфной в износостойких симиналах составляет 93 на 7%, а в термостойких – 96 на 4%. Поскольку однозначные данные о пластическом поведении подобных составляющих отсутствуют, нами были про-

ведены экспериментальные исследования прочности при одноосном на сжатии.

В своих исследованиях мы использовали универсальную испытательную машину (УИМ) марки Zwick – Z250 (Германия). В процессе испытаний фиксируются значения подаваемой нагрузки, момент инерции, величина деформации и продолжительность испытаний. Управление ходом испытаний и фиксирование их результатов производится с помощью персонального компьютера, синхронизированного с установкой. В данной работе в качестве образцов использовались бруски в форме парал-

лелепипеда 18×12×15 мм, вырезанные из тела отливок.

Для того что бы выявить анизотропию для каждой разновидности симиналов, были получены образцы двух типов: продольные и поперечные.

В результате проведения испытаний были получены диаграммы, характеризующие предел прочности при сжатии у испытываемых образцов (рис. 3). Для упрощения

анализа данных они были представлены в виде столбчатых диаграмм (рис. 4). Установлено, что наиболее сильно анизотропия выражена в образцах износостойкого симинала, общий наиболее высокий уровень прочности характерен также износостойким симиналам. Характерная особенность заключается в том, что у износостойких симиналов выше продольные показатели, а у термостойких – поперечные.

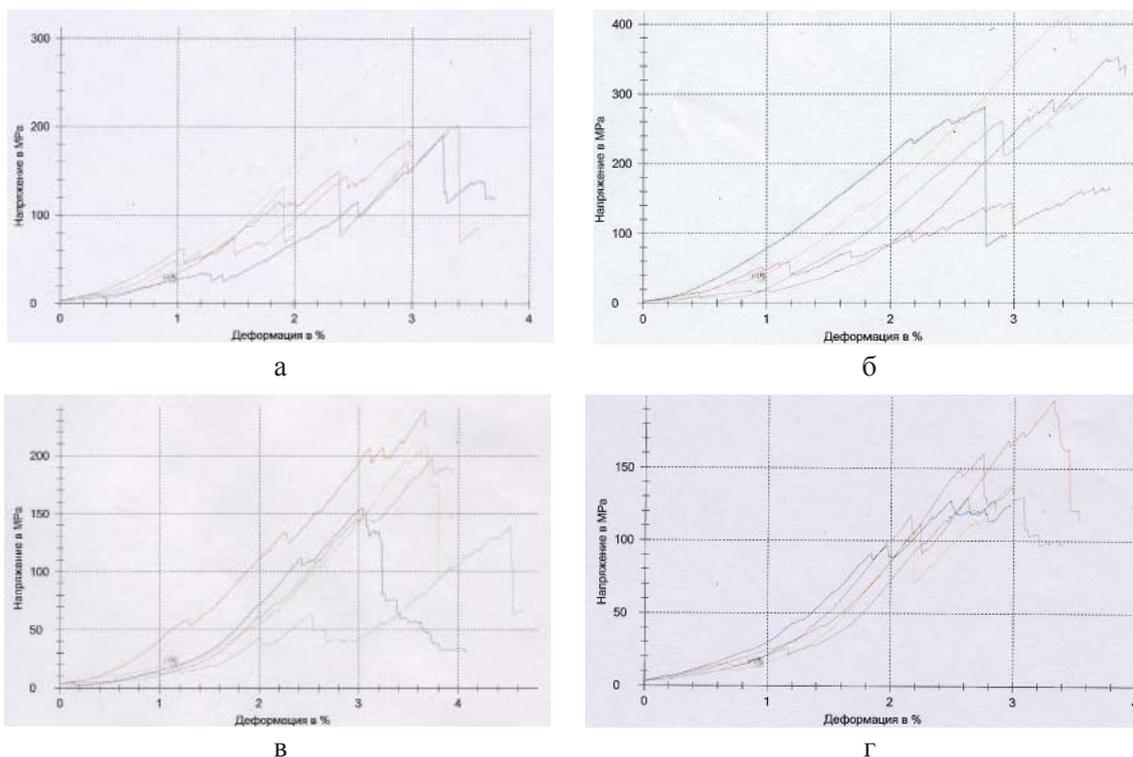


Рис. 3. Диаграммы зависимости деформации образцов симиналов от приложенной нагрузки:
 а – поперечный образец износостойкого симинала;
 б – продольный образец износостойкого симинала; в – поперечный образец термостойкого симинала; г – продольный образец термостойкого симинала

Очевидно, что различия в строении обеспечивают различный характер деформирования и разрушения.

Для того что бы выделить определенные характерные особенности деформирования различных симиналов, рассмотрим общий механизм деформирования. Достоверно установлено [13], что процесс деформации в материалах, подобных симиналам (горных породах), обусловлен перемещением дислокаций, как правило, в результате деформирования дислокации не возникают. В деформации учувствуют те дислокации, которые присутствовали в структуре до нагружения. Однако в процессе деформации вакансии вполне могут частично перейти в дислокации, а значит, число их может быть увеличено. В кристаллах минеральных образований, входящих в структуру,

в точках дислокаций при деформировании происходит скольжение, смещение одного пласта кристалла относительно другого, причем внутри самих пластов каких-либо изменений обычно не происходит.

Симиналы не склонны к ползучести, это говорит о том, что дислокации быстро, практически мгновенно, проходят возможное расстояние и останавливаются, затем по всей видимости, в деформационном процессе начинает принимать участие аморфная фаза. Известно [12], что аморфные минералы остаются упругими и вплоть до разрыва сплошности, что подтверждают результаты испытаний, величина деформации и изменения длины образцов невелика и не превышает сотых долей процента.

Разрушение образцов симиналов в процессе сжатия, вероятнее всего, вызвана об-

разованием и лавинообразным развитием трещин, отрыва и сдвига различного размера и их комбинации. Опять же в силу структурной неоднородности предшествующие образованию трещин напряжения так же

концентрируются неравномерно, при достижении в некоторой области нагруженного тела предельного значения напряжения происходит разрыв внутренних связей и частичное снятие (релаксация) напряжения.

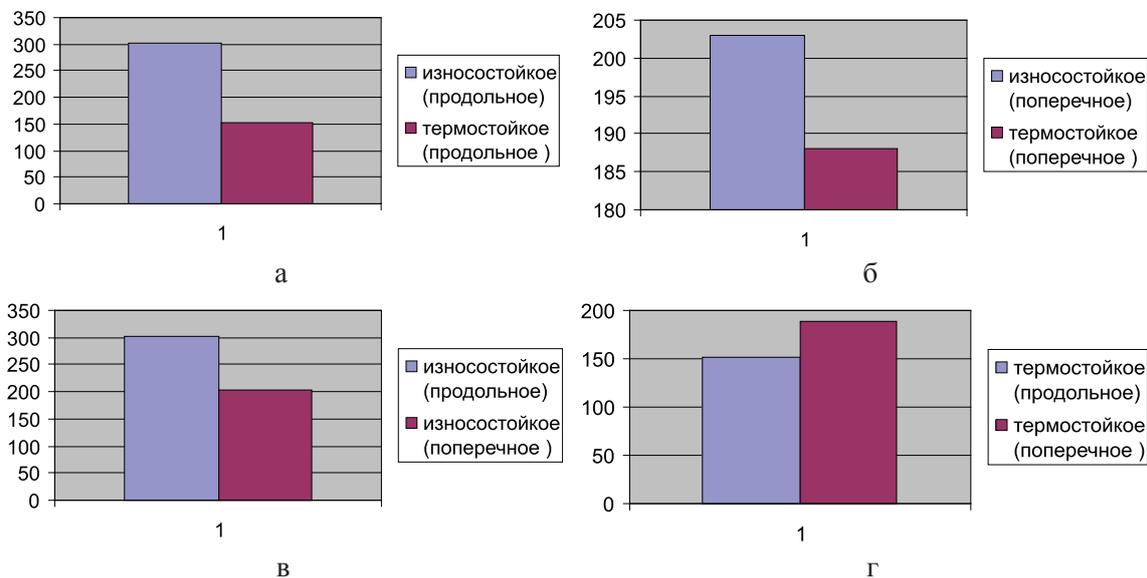


Рис. 4. Столбчатые диаграммы сравнения показателей предела прочности при сжатии, МПа: а – сравнение продольных показателей у двух разновидностей симиналов; б – сравнение поперечных показателей у двух разновидностей симиналов; в – сравнение продольных и поперечных показателей износостойкого симинала; г – сравнение продольных и поперечных показателей термостойкого симинала

Таким образом, факт наличия анизотропии структуры и механических свойств симиналов установлен. Применяв эти теоретические данные к полученным результатам, можно утверждать, что:

- чем меньше размер кристаллических составляющих и чем больше доля аморфной фазы, тем сильнее выражена анизотропия;
- с развитием кристалличности поперечная прочность увеличивается в ущерб продольной;
- с развитием спаянности общая прочность снижается.

Учитывая эти закономерности, можно сказать, что термическая обработка, с помощью которой и регулируется соотношение кристаллической фазы к аморфной и непосредственно размер агрегатов, должна назначаться не только в соответствии с требованиями по прочности будущего изделия, но и в соответствии с его конфигурацией.

Список литературы

1. Капица С.П. Синергетика и прогнозы будущего. – М.: Едиториал УРСС, 2002. – 342 с.
2. Курдюмов С.П. У истоков синергетического видения мира: режимы с обострением/ С.П. Курдюмов, Е.Н. Князева // Самоорганизация и наука: опыт философского осмысления. – М.: Арга, 1994. – С. 162–186.

3. Николис Г. Познание сложного. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 344 с.

4. Игнатова А.М. Исследование и разработка схемы абразивного изнашивания поверхности синтетических минеральных сплавов склерометрическими измерениями // Вестник Тамбовского университета, серия: Естественные и технические науки. – 2010. – № 3, т. 15. – С. 1203–1208.

5. Игнатова А.М. Петрографические исследования взаимосвязи структуры и свойств базальтового сырья и литья // Материалы 10-х всероссийских научных чтений памяти Ильменского минералога В.О. Полякова. – Миасс, 2009. – С. 45–49.

6. Игнатова А.М. Кристаллизационно-ликвационная модель-схема формирования стеклокристаллических материалов каменного литья / А.М. Игнатова, В.П. Чернов, А.М. Ханов // Материалы V-й Всероссийской НТК «АНТЭ-09». – Казань: КГАУ, 2009. – С. 235–237.

7. Игнатова А.М. Нанотвердость и особенности структуры синтетического каменного литья / А.М. Игнатова, А.М. Ханов // Новые материалы, наносистемы и нанотехнологии: Материалы всероссийской молодежной научно-технической конференции. – Ульяновск, 2010. – С. 345–348.

8. Игнатова А.М. Исследование и разработка основных правил управления структурным миром силикатов применительно к каменному литью / А.М. Игнатова, В.П. Чернов, А.М. Ханов // От наноструктур, наноматериалов и нанотехнологий к наноиндустрии: сб. тезисов II Всероссийской конференции. – Ижевск: ИжГТУ, 2009. – С. 45.

9. Игнатова А.М. Исследование кристаллохимической систематики силикатов применительно к каменному литью / А.М. Игнатова, А.М. Ханов // Перспективы развития фундаментальных наук: материалы Международной конференции студентов и молодых ученых. – Томск: ТПУ, 2009. – С. 38.

10. Игнатова А.М. Правила управления структурой и свойствами каменного литья // Вестник Пермского государственного технического университета. Машиностроение. Материаловедение. – 2010. – № 3, т.14. – С. 67–75.

11. Чечулин В.А. Свойства силикатных расплавов для производства камелитых отливок / В.А. Чечулин, Ю.Г. Ковалев // Литейные свойства металлов и сплавов: тр. XXI совещания по теории литейных процессов. – М.: Наука, 1967. – С. 356–378.

12. Hoek E. A simple triaxial cell for field and laboratory testing of rock // Trans. Instn Min. Metall. – 1968. – Vol. 77. – P. 22–26.

13. Ставрогин А.Н. Прочность горных пород и устойчивость выработок на большой глубине. – М.: Недра, 1986. – 789 с.

References

1. Kapica S.P. Sinergetika i prognozy buduwego. М.: Editorial URSS, 2002. 342 p.

2. Kurdjumov S.P. U istokov sinergeticheskogo videnija mira: rezhimy s obostreniem / S.P. Kurdjumov, E.N. Knjazeva // Samoorganizacija i nauka: opyt filosofskogo osmyslenija. М.: Argo, 1994. pp. 162–186.

3. Nikolis G. Poznanie slozhnogo. -М.: Editorial URSS, 2003. 344 p.

4. Ignatova A.M. Issledovanie i razrabotka shemy abrazivnogo iznashivaniya poverhnosti sinteticheskikh mineralnyh splavov sklerometricheskimi izmerenijami // Vestnik Tambovskogo universiteta, serija: Estestvennye i tehnicheckie nauki. no. 3, t. 15, 2010. pp. 1203–1208.

5. Ignatova A.M. Petrograficheskie issledovanija vzaimosvjazi struktury i svojstv bazaltovogo syrja i litja/A.M. Ignatova // Materialy 10-yh vserossijskikh nauchnyh chtenij pamjati Ilmenskogo mineraloga V.O.Poljakova. Miass, 2009. pp. 45–49.

6. Ignatova A.M. Kristallizacionno-likvacionnaja model-shema formirovanija steklokristallicheskih materialov kamennogo lit / A.M. Ignatova, V.P. Chernov, A.M. Hanov // Materialy V-oj Vserossijskoj NTK «ANTJe-09» – Kazan: KGAU, 2009. pp. 235–237.

7. Ignatova A.M. Nanotverdost i osobennosti struktury sinteticheskogo kamennogo lit'ja/ A.M. Ignatova, A.M. Hanov//

Materialy vserossijskoj molodezhnoj nauchno-tehnicheckoj konferencii «Novye materialy, nanosistemy i nanotehnologii». Uljanovsk, 2010. pp. 345–348.

8. Ignatova A.M. Issledovanie i razrabotka osnovnyh pravil upravlenija strukturnym mirom silikatov primenitelno k kamennomu litju/ A.M. Ignatova, V.P. Chernov, A.M. Hanov// Sb. tezisov II Vserossijskoj konferencii «Ot nanostruktur, nanomaterialov i nanotehnologii k nanoindustrii». Izhevsk: IzhGTU, 2009. pp. 45.

9. Ignatova A.M. Issledovanie kristallohimicheskoi sistematiki silikatov primenitel'no k kamennomu litju / A.M. Ignatova, A.M. Hanov// Materialy Mezhdunarodnoj konferencii studentov i molodyh uchenyh «Perspektivy razvitiya fundamental'nyh nauk». Tomsk: TPU, 2009. pp. 38.

10. Ignatova A.M. Pravila upravlenija strukturoj i svojstvami kamennogo litja // «Vestnik Permskogo gosudarstvennogo tehnicheckogo universiteta «Mashinostroenie. Materialovedenie» . no. 3, t.14, 2010. pp. 67–75.

11. Chechulin V.A. Svojstva silikatnyh rasplavov dlja proizvodstva kamelityh otlivok / V.A. Chechulin, Ju.G. Koval'ev // Tr. XXI sovewanija po teorii litejnyh processov «Litejnye svojstva metallov i splavov». М: Nauka, 1967. pp. 356–378.

12. Hoek E. A simple triaxial cell for field and laboratory testing of rock // Trans. Instn Min. Metall. 1968, Vol. 77. pp. 22–26.

13. Stavrogin A.N. Prochnost gornyh porod i ustojchivost' vyrabotok na bol'shoj glubine. М.: Nedra, 1986. 789 p.

Рецензенты:

Беленький В.Я., д.т.н., профессор, зам. директора, Западно-уральский аттестационный центр, г. Пермь;

Щицын Ю.Д., д.т.н., профессор, зав. кафедры «Сварочное производство и технология конструкционных материалов», Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь.

Работа поступила в редакцию 04.05.2012.

УДК 541.128

НОВЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ ОБЛАГОРАЖИВАНИЯ «СИНТЕТИЧЕСКОЙ НЕФТИ» И ЕЁ ДИСТИЛЛЯТОВ

Каирбеков Ж.К., Мылтыкбаева Ж.К., Каирбеков А.Ж., Шакиева Т.В.

НИИ Новых химических технологий и материалов, Алматы, e-mail: Zhannur.Myltykbaeva@kaznu.kz

В данной работе был изучен процесс гидропереработки угольных дистиллятов на Mo–Cu/Ni–Re и Co–Cu/Ni–Re катализаторах. Как показывают результаты исследований на 5% Mo–Cu, 7% Co–Cu/Ni–Re катализаторе наблюдается максимальный выход жидких продуктов – 51,0–56,0 масс.%. Кроме того, происходит увеличение доли бензиновой фракции в жидком продукте на 5% Mo–Cu/Ni–Re катализаторе до 29,5%, а на 7% Co–Cu/Ni–Re до 21,7 масс.%. При одновременном нанесении этих катализаторов выход жидких продуктов увеличивается до 60,8 масс.%, а бензиновой фракции – до 32,8 масс.%. Содержание парафиновых углеводородов уменьшилось от 35,8 до 28,3%. Количество изопарафиновых углеводородов в синтетической нефти, прогидрированной на нанесённом 5% Мо–Гумат Ni–Re увеличилось до 36,2%. По-видимому, во время гидрогенизации происходит процесс изомеризации. В гидроочищенном бензине также присутствуют олефиновые, циклоолефиновые и диеновые углеводороды.

Ключевые слова: уголь, гидроочистка, катализатор, угольный дистиллят, бензиновая фракция

NEW CATALYSTS OF «SYNTHETIC OIL» AND ITS DISTILLATES ENNOBLEMENT

Kairbekov Z.K., Myltykbaeva Z.K., Kairbekov A.Z., Shakieva T.V.

Scientific research institute of New chemical technologies and materials,

Almaty, e-mail: Zhannur.Myltykbaeva@kaznu.kz

The process of coal distillates hydrotreatment on Mo–Cu/Ni–Re and Co–Cu/Ni–Re catalysts has been studied in the given work. As research results show the maximum exit of liquid products – 51,0–56,0 mass.% is observed on the 5% Mo–Cu, 7% Co–Cu/Ni–Re catalysts. Besides, there is an increase in a portion of gasoline fraction in a liquid product up to 29,5 on the 5% Mo–Cu/Ni–Re catalyst, and up to 21,7 mass.% on the 7% Co–Cu/Ni–Re. The exit of liquid products increases up to 60,8 mass.% and exit of gasoline fraction increases up to 32,8 mass.% at simultaneous depositing of these catalysts. The content of paraffin hydrocarbons has decreased from 35,8% to 28,3%. The quantity of isoparaffin hydrocarbons in the synthetic oil hydrogenized on deposited 5% Mo–Humate Ni–Re has increased up to 36,2%. To all appearance, during the hydrogenation there is a process of isomerizing. The olefinic, cyclo-olefinic and diene hydrocarbons are present also at the hydrotreated benzene.

Keywords: coal, hydrotreating, catalyst, coal distillate, gasoline fraction

С непрерывным ростом добычи нефти и газа во всём мире возрастает интерес к углю как альтернативному источнику моторных топлив, нефтехимического сырья и химических веществ. Поэтому одно из важнейших направлений современной углехимии – это разработка промышленных способов получения практически важных нефтехимических, химических продуктов из природного органического сырья, позволяющих исключить использование экологически опасных веществ.

Разработка новых технологий переработки твердого топлива с целью получения жидких продуктов, а также подбор новых типов катализаторов, обладающих высокой активностью и селективностью и работающих в мягких условиях, являются важной проблемой сегодняшнего дня [3].

В последние годы в соответствии с европейскими стандартами к товарным моторным топливам предъявляются следующие требования: содержание в них бензола не должно превышать 1,0 масс.%, серы – 0,05 масс.%, олефинов – 20 масс.%, полициклических ароматических углеводородов – 11 масс.%. В составе угольного дистиллята сохраняются неустойчивый азот,

кислородсодержащие соединения, а также способные полимеризоваться ненасыщенные углеводороды, поэтому актуальным является подбор новых типов катализатора, на которых можно проводить процессы гидроочистки (гидропереработки) в мягких условиях.

Из литературных данных [5, 2] по гидроочистке и гидрокрекингу угольных дистиллятов следует вывод о том, что в мировой практике для этих процессов применяют осерненные катализаторы на основе Mo–Co–Ni–W, нанесенные на Al₂O₃, SiO₂ и другие носители.

Катализаторы с радиусом пор > 100 нм более активны и стабильны при облагораживании углеводородного сырья.

На основании большого опыта работы со скелетными катализаторами нами впервые предложено их использовать при гидроочистке углеводородного сырья. На предприятиях химической и нефтеперерабатывающей промышленности широко применяют модифицированные скелетные катализаторы на основе Ni–Al сплавов.

В данной работе представлены результаты исследования процесса гидропереработки угольных дистиллятов на Mo, Co–Cu/Ni–Re

катализаторах. Процесс гидрирования и гидроочистки «синтетической нефти-1», полученной после ожигения угля на нанесенных

Мо–Гумат и Со–Гумат/Ni–Re катализаторах проводили в каталитической «утке». Результаты исследования приведены в табл. 1.

Таблица 1

Гидрирование «синтетической нефти-1» на Мо–Гу и Со–Гу/Ni–Re катализаторах (T = 293 K, mkat = 1 г, P_{H₂} – атм.)

Катализатор	Выход жидких продуктов, масс, %				Остаток, масс, %	Потери, масс, %
	до 453K	453–523K	523–593K	∑жп		
Ni-Re	20,0	17,7	2,9	40,6	53,0	6,4
3% Мо–Гу/Ni-Re	17,5	10,0	17,0	44,5	46,1	9,4
5% Мо–Гу/Ni-Re	29,5	10,2	11,3	51,0	45,7	3,3
7% Мо–Гу/Ni-Re	25,1	10,7	14,3	50,1	45,0	4,9
3% Со–Гу/Ni-Re	16,3	7,2	21,0	44,5	46,1	
5% Со–Гу/Ni-Re	18,8	12,3	12,2	43,3	48,0	8,7
7% Со–Гу/Ni-Re	21,7	12,6	21,7	56,0	37,3	6,7
5%Мо–Гу +7%Со–Гу/Ni- Re	32,8	13,8	14,2	60,8	34,2	5,0

Как показывают результаты исследований, на 5%Мо–Гу, 7%Со–Гу/Ni–Re катализаторе наблюдается максимальный выход жидких продуктов 51,0–56,0 масс. %. Кроме того, происходит увеличение доли бензиновой фракции в жидком продукте на 5% Мо–Гу/Ni–Re катализаторе до 29,5%, а на 7% Со–Гу/Ni–Re до 21,7 масс. %. При одно-

временном нанесении этих катализаторов выход жидких продуктов увеличивается до 60,8 масс. %, а бензиновая фракция до 32,8 масс. %.

Далее полученную после ожигения фракции (353–593 K) гидрировали на нанесенных Мо–Гу/Ni–Re катализаторах. Полученные результаты приведены в табл. 2.

Таблица 2

Выход жидких продуктов после гидрирования фракции 353–593 K «синтетической нефти-2» на катализаторе Мо–Гу/Ni–Re

Примечание	Выход жидких продуктов, масс, %				Остаток, масс, %	Потери, масс, %
	до 453 K	453–523 K	523–593 K	∑жп		
Катализатор цеолит	4,8	7,7	35,0	47,5	46,6	5,9
3% Мо–Гу/Ni–Re	44,7	22,0	18,4	85,1	8,2	6,7
5% Мо–Гу/Ni–Re	48,4	28,3	14,8	91,5	4,8	3,7
7% Мо–Гу/Ni–Re	51,6	17,8	19,1	88,5	7,8	3,7

Как показывают результаты исследования, выход жидких продуктов увеличивается 91,5 масс. %, максимальный выход наблюдается на 5% Мо–Гу/ Ni-Re катализаторе. Следуя отметить, что на 7% Мо–Гу/ Ni–Re катализаторе выход бензиновой фракции увеличился до 51,6 масс. %.

Таким образом, впервые показана принципиальная возможность гидроочистки бензиновой фракции полученной из дистиллятов Куньминского угля в мягких условиях в скелетных катализаторах.

Хроматографическим методом был исследован групповой углеводородный состав бензиновой фракции. Результаты исследования приведены в табл. 3.

По данным хроматографического анализа, можно увидеть уменьшение парафиновых углеводородов от 35,8 до 13,6%.

В гидроочищенном бензине можно увидеть значительные изменения количества изопарафиновых углеводородов. В процессе гидроочистки идет реакция dealкилирования алкиларомагических углеводородов, в результате которой содержание ароматических углеводородов увеличивается в 2 раза. Если в составе бензина, полученного в присутствии цеолита, содержание ароматических углеводородов составило 25,0 масс. %, то на нанесенном Мо, Со–Гумат/Ni–Re катализаторе увеличился до 42,2 масс. %. Содержание бензола на нанесенных катализаторах уменьшилось. Если в составе бензиновой фракции полученной гидрогенизацией угля на цеолите было 0,479 %, то на нанесенном Мо, Со–Гумат/Ni–Re катализаторе составил 0,243–0,356%. По сравнению с октановым числом исходного бензи-

на (69,4) октановое число гидроочищенного на Mo, Co–Гумат/Ni–Re катализаторе бензина увеличилось до 82,3. Количество олефиновых углеводородов уменьшилось от 8,1 до 4,8%. По хроматографическим данным можно увидеть значительные изменения в составе бензиновой фракции, прогидрированной в этаноле. Содержание парафиновых углеводородов уменьшилось от 35,8%

до 28,3%. Количество изопарафиновых углеводородов в «синтетической нефти-2», прогидрированной на нанесенном 5% Mo–Гумат Ni–Re, увеличилось до 36,2%, по видимому во время гидрогенизации происходит процесс изомеризации. В гидроочищенном бензине также присутствуют олефиновые, циклоолефиновые и диеновые углеводороды.

Таблица 3

Групповой углеводородный состав бензиновой фракции

Углеводороды	Содержание углеводородов, %					
	Кт, цеолит	5% Mo–Гу/Ni–Re (син. нефть-1)	7% Co–Гу/Ni–Re (син. нефть-1)	5% Mo–Гу +7% Co–Гу/Ni–Re (синт. нефть-1)	5 мл 353–453К + 5% Mo–Гу/Ni–Re, раель. этанол (син. нефть-2)	22 мл 353–593К + 5% Mo–Гу/Ni–Re (син. нефть-2)
Парафины	35,8	23,2	14,7	13,6	28,3	29,4
Изопарафины	16,3	28,7	26,0	19,6	19,6	36,2
Ароматика	25,0	21,6	34,1	42,2	23,2	15,2
Нафтены	14,2	16,2	14,8	16,9	16,4	11,7
Олефины	8,1	4,8	6,8	5,6	11,0	6,4
Циклоолефины	0,6	5,2	3,5	2,1	1,5	1,0
Диены	-	0,3	0,07	-	-	0,01
О.Ч. иссл. м-д	69,4	72,7	77,3	82,3	71,7	73,6

Таким образом, бензин, полученный из дистиллятов Куньминского угля в мягких условиях на нанесенных скелетных катализаторах, удовлетворяет современным требованиям к качеству моторных топлив и соответствует экологическим стандартам.

Список литературы

1. Исследование кинетики термической деструкции углей Кендерлыкского и Шубарколского месторождений / М.И. Байкенов, В.А. Хрупов, А.Т. Ордабаева, А.А. Мухтарова, А.Я. Чен, Ж.К. Каирбеков, А.К. Молдабаев // Проблемы химии центрального Казахстана: сборник научных трудов. – Караганда. – 1998. – С. 208–212.
2. Гидроочистка угольных дистиллятов в мягких условиях на скелетных Ni–Re-катализаторах / Ж.К. Кайырбеков, Ж.К. Мылтыкбаева, Е.А. Аубакиров, Ж.Х. Ташмухамбетова // Вестник КазНУ. – Сер. хим. – 2005. – № 3 (39). – С. 164–166.
3. Комплексная переработка углей и повышение эффективности их использования (Каталог справ.) / под ред. В.М. Щадова. – М., 2007. – 126 с.
4. Гидроочистка угольных дистиллятов в мягких условиях на скелетных Ni–Re-катализаторах / Ж.К. Мылтыкбаева, Ж.К. Каирбеков, Е.А. Аубакиров, Ж.Х. Ташмухамбетова // Вестник КазНУ. – Сер. хим. – 2005. – № 3 (39). – С. 164–166.
5. Фасман А.Б., Сокольский Д.В. Структура и физико-химические свойства скелетных катализаторов. – Алма-Ата: Наука, 1968, – 180 с.

References

1. Bajkenov M.I., Hrupov V.A., Ordabaeva A.T., Muhtarova A.A., Chen A.Ja., Kairbekov Zh.K., Moldabaev A.K. Issledovanie kinetiki termicheskoj destruccioj uglej Kenderlyksskogo i Shubarkolskogo mestorozhdenij // Sbornik nauchnyh trudov «Problemy himii central'nogo Kazahstana». Karaganda. 1998. pp. 208–212.
2. Kajyrbekov Zh.K., Myltykbaeva Zh.K., Aubakirov E.A., Tashmuhambetova Zh.H. Hidroochistka ugolnyh distilljatov v mjagkih uslovijah na skeletnyh Ni–Re-katalizatorah // Vestnik KazNU. Ser. him. 2005. no. 3 (39). pp. 164–166.
3. Kompleksnaja pererabotka uglej i povyshenie jeffektivnosti ih ispolzovanija (Katalog sprav.). Pod red. Wadova V.M. M, 2007. 126 p.
4. Myltykbaeva Zh.K., Kairbekov Zh.K., Aubakirov E.A., Tashmuhambetova Zh.H. Hidroochistka ugolnyh distilljatov v mjagkih uslovijah na skeletnyh Ni–Re- katalizatorah // Vestnik KazNU.- Ser.juhim. 2005. no. 3 (39). pp. 164–166.
5. Fasman A.B., Sokolskij D.V. Struktura i fiziko-himicheskie svojstva skeletnyh katalizatorov. – Alma-Ata.: Nauka, 1968/ 180 p.

Рецензенты:

Жубанов К.А., д.т.н., академик, Центр физико-химических методов анализа, г. Алматы;

Досумов К.Д., д.х.н., профессор, зам. директора, Центр физико-химических методов анализа, г. Алматы.

Работа поступила в редакцию 02.08.2012.

УДК 544.653.1

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ МЕДЬ-АЛЮМИНИЕВОЙ ОКСИДНОЙ СИСТЕМЫ В НЕРАВНОВЕСНЫХ УСЛОВИЯХ

Коробочкин В.В., Усольцева Н.В., Балмашнов М.А.

*ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»,
Томск, e-mail: vkorobochkin@tpu.ru*

Исследованы закономерности окисления меди и алюминия электролизом в неравновесных условиях, а также зависимость скорости окисления металлов от условий синтеза (природа электролита, концентрация его раствора, температура синтеза). Выявлено, что скорость процесса окисления металлов определяется параметрами синтеза, однако ограничивается природой металла. Установлено, что основным критерием возможности синтеза оксидов металлов является отсутствие взаимодействия как металлов, так и продуктов их окисления с ионами электролита. Показано, что этому критерию наилучшим образом удовлетворяет хлорид натрия. Значительно более высокая скорость окисления меди в системе обусловлена протеканием процесса синтеза конечного продукта через образование промежуточных соединений с алюминием. Согласно результатам рентгенофазового анализа независимо от условий синтеза продукт электрохимического окисления меди и алюминия в неравновесных условиях состоит из оксида меди (I) и слабоокристаллизованного бемита. Варьирование концентрации электролита и температуры проведения процесса позволяет получать медь-алюминиевую оксидную систему с содержанием оксида меди до 25% мас.

Ключевые слова: электролиз, переменный ток, электролиты, скорость окисления, оксид меди, оксид алюминия

NONEQUILIBRIUM ELECTROCHEMICAL SYNTHESIS OF COPPER-ALUMINIUM OXIDE SYSTEM

Korobochkin V.V., Usoltseva N.V., Balmashnov M.A.

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, e-mail: vkorobochkin@tpu.ru

Behaviour of copper and aluminium oxidation by nonequilibrium electrolysis was investigated. Influence of synthesis conditions (kind of electrolyte, concentration of its solution, synthesis temperature) on metal oxidation was estimated. Oxidation rate depends on synthesis conditions, but it is limited to metal nature. Stability both metal and products of metal oxidation to electrolyte ions is the main condition of synthesis of metal oxides. Sodium chloride is the best electrolyte according to this condition. Formation of intermediate copper-aluminium species is the reason of significant increase of copper oxidation rate. According to X-ray analysis copper (I) oxide and semi-crystallized boehmite are only produced during nonequilibrium electrolysis irrespective of synthesis conditions. Depending on concentration of electrolyte solution and temperature there is opportunity to receive copper-aluminium oxide system that contain up to 25 wt% CuO.

Keywords: alternating current electrolysis, electrolytes, oxidation rate, copper oxide, aluminum oxide

Системы различного функционального назначения, используемые во многих областях промышленности, в настоящее время могут быть только многокомпонентными, при этом каждый из компонентов имеет свое назначение. Таким образом, эффективность материала определяется степенью выполнения своей функции каждым из компонентов системы. В ряде способов синтеза один или несколько компонентов готовятся заранее и вводятся в систему на стадии приготовления конечного продукта. При этом наиболее сильное взаимное влияние компонентов друг на друга проявляется в случае, когда компоненты системы образуются одновременно.

Медьсодержащие системы являются высокоэффективными катализаторами таких реакций, как окисление, восстановление, дегидратация, селективная дегидрогенизация, аминирование, крекинг, алкилирование. Система CuO–Al₂O₃ известна как универсальная основа катализаторов ряда процессов с участием водорода. В последнее время появляются работы, свиде-

тельствующие о значительной эффективности данной системы в качестве катализатора процессов, протекающих в жидкой фазе. Медь-алюминиевая оксидная система – эффективный катализатор очистки воды от аммиака, ароматических веществ (фенол, нафталин и др.) [11, 15].

Электролиз под действием переменного тока, являвшийся объектом исследования в первой половине прошлого столетия [12–14], перестал интересовать исследователей, несмотря на то, что этот метод синтеза оксидов и особенно оксидных систем обладает набором очевидных преимуществ, в частности, по сравнению с электролизом на постоянном токе [5]. Нестационарный электролиз дает возможность получения нанокристаллических продуктов, обладающих мезопористой структурой и повышенной активностью вследствие неравновесности условий проведения процесса; малым содержанием посторонних соединений за счет рафинирования от примесей, содержащихся в исходных материалах; двойных систем с различным соотношением компо-

ментов путем варьирования технологическими параметрами процесса. Также для электролиза под действием переменного тока характерны простота аппаратного оформления и обслуживания.

С учетом изложенного цель данной работы заключалась в исследовании закономерностей синтеза медь-алюминиевой оксидной системы электролизом в неравновесных условиях.

Электрохимический синтез медь-алюминиевой оксидной системы под действием переменного тока промышленной частоты проводился в соответствии с методикой, изложенной в [6]. В качестве растворимых электродов использовались медная и алюминиевая пластины.

Скорость окисления металлов определялась весовым методом. За скорость окисления металла (q_{Me}) принималась потеря массы электрода в единицу времени (1 ч), отнесенная к единице поверхности рабочей части электрода (1 см²). В тех случаях, когда продукт окисления содержит оксидные фазы, процесс окисления металла допустимо называть процессом синтеза оксида данного металла. При расчете состава продукта электрохимического окисления меди и алюминия использовался коэффициент, представляющий собой отношение молекулярных масс оксида и металла:

$$K = \frac{n_{Me_xO_y} \cdot M_{Me_xO_y}}{n_{Me} \cdot M_{Me}}, \quad (1)$$

где $n_{Me_xO_y}$, n_{Me} – количество оксида и металла, соответственно, моль; $M_{Me_xO_y}$, M_{Me} – молекулярная масса оксида и металла, соответственно, г/моль.

Фазовый состав продуктов определялся рентгенофазовым анализом (РФА), проводимым с помощью дифрактометра «ДРОН 3М» в следующих условиях: Cu_{Ka} -излучение, $I = 25$ мкА, $U = 35$ кВ, скорость съемки – 40/мин, область сканирования углов 10–70°.

Требованиям, предъявляемым к электролитам, в большей степени соответствуют водные растворы неорганических соединений. Как ранее установлено, наилучшим электролитом для электрохимического синтеза под действием переменного тока оксидов меди является гидроксид натрия, а для оксида алюминия – хлорид аммония. Тем не менее, при совместном окислении меди и алюминия электролит, в растворе которого достигается наиболее высокая скорость окисления одного из указанных металлов, не целесообразно использовать для получения оксида другого металла вследствие

специфического взаимодействия металлов с ионами электролита. Наиболее универсальным электролитом для синтеза медь-алюминиевой оксидной системы является хлорид натрия. Это обусловлено тем, что из тех электролитов, при проведении процесса в которых отсутствует специфическое взаимодействие окисляемых металлов с ионами электролита, хлорид натрия обеспечивает протекание процесса окисления с наиболее высокой скоростью.

В соответствии с диаграммами Пурбе [9] для воды и для системы алюминий-вода, при любом значении pH потенциал алюминиевого электрода имеет более отрицательное значение, чем потенциал водородного электрода. Таким образом, при проведении синтеза медь-алюминиевой оксидной системы в растворе гидроксида натрия окисление алюминия происходит в отсутствие внешнего источника тока.

Преимущественное окисление алюминия в растворе щелочи без участия переменного тока исключает возможность получения продукта, обладающего рядом ценных характеристик, обеспечиваемых неравновесными условиями проведения процесса. Кроме того, продукты окисления алюминия (оксиды, гидроксиды) растворяются в концентрированных растворах гидроксида натрия с образованием алюминатов натрия.

Если в растворе гидроксида натрия возможно получение медь-алюминиевой оксидной системы, хотя и с вышеупомянутыми ограничениями характеристик, то в растворе хлорида аммония в зависимости от условий синтеза оксид меди или не образуется, или со временем значительная его часть переходит в аммиачные комплексы. Это обусловлено сильной склонностью меди к комплексообразованию вследствие ее принадлежности к *d*-металлам.

Образование хлоридных комплексов является причиной положительного влияния хлор-ионов на электрохимическое окисление меди. Согласно литературным данным [3] галогенид-ионы, в частности хлор-ионы, содержащиеся в растворах хлорида натрия и аммония, непосредственно участвуют в электрохимическом окислении металлов, изменяя механизм протекания данного процесса. В присутствии хлор-ионов увеличивается доля растворимых соединений металлов вследствие образования хлоридных комплексов металлов, которые при диффузии от поверхности металла в раствор гидролизуются с образованием кислородных комплексов. При электрохимическом окислении металла движущей силой процесса является разность концентраций ионов металла на электроде и в растворе

вблизи поверхности электрода. Связывание ионов меди в процессе синтеза в прочные хлоридные комплексы вследствие принципа Ле-Шателье является причиной поддержания определенной разности концентраций, по величине превышающей разность концентраций, достигаемую при проведении процесса в условиях, исключающих выведение ионов металла из раствора. Интенсификация процесса окисления металла хлор-ионами наблюдается только при наличии пассивации поверхности металла. Для разрушения пассивной пленки должна быть достигнута минимальная концентрация ионов Cl^- [1], имеющая достаточно низкое значение, и соответствующий ей критический потенциал, менее положительный, чем потенциал образования оксида.

Согласно ранее полученным результатам по электрохимическому окислению металлов под действием переменного тока скорость процесса окисления металла определяется такими параметрами синтеза, как природа электролита и концентрация его раствора (C); плотность тока (i); температура (t), при которой проводится процесс.

Результаты экспериментов представлены на рис. 1 в виде зависимости скорости окисления металлов от концентрации рас-

твора электролита при различных значениях температуры.

В целом скорость окисления алюминия заметно выше скорости окисления меди. Несмотря на то, что электрохимическое окисление металлов является сложным многостадийным процессом, каждая стадия которого оказывает влияние на окисление металла, основная причина значительного различия скоростей окисления меди и алюминия, по видимому, заключается в природе металлов. При электролизе на переменном токе в анодный полупериод тока происходит окисление металла, а в катодный полупериод тока частичное восстановление металла и протекают катодно деполяризующие реакции, в частности, выделение водорода. Таким образом, при равенстве амплитудных величин токов в катодный и анодный полупериод суммарные скорости всех парциальных процессов равны и скорость окисления металла определяется скоростью катодных процессов, не связанных с разрядом ионов металла [7, 8]. В силу того, что алюминий является сильно электроотрицательным металлом, в катодный полупериод тока происходит преимущественно восстановление водорода. То есть выход по току для алюминия существенно выше, чем для меди.

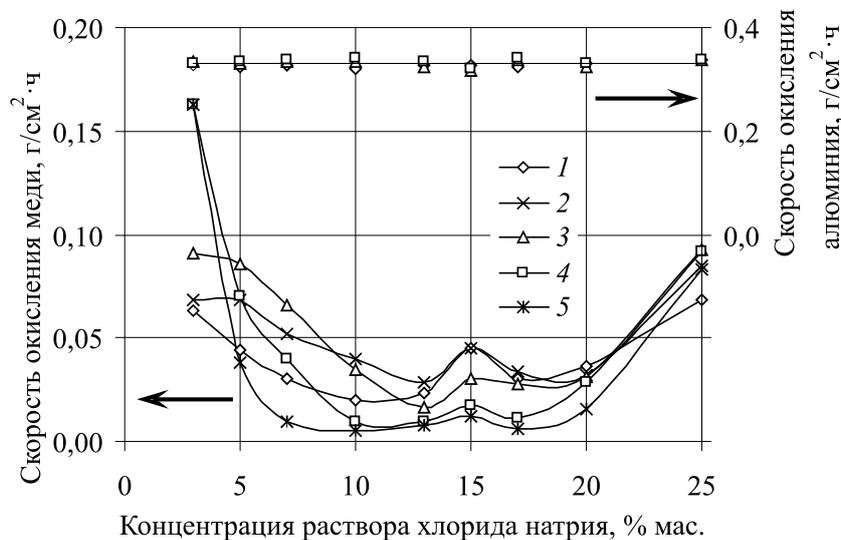


Рис. 1. Зависимость скоростей окисления меди и алюминия от концентрации раствора хлорида натрия при $i = 1A/cm^2$ и температуре синтеза 1 – 70, 2 – 75, 3 – 80, 4 – 85, 5 – 90 °C

Снижение скорости окисления меди с ростом концентрации раствора электролита ожидаемо, поскольку для сильных электролитов наблюдается явно выраженное снижение молярной электропроводности с ростом концентрации их растворов, обусловленное электрофоретическим и релаксационным эффектами. При этом известно, что скорость электрохимического процесса во многом

определяется электропроводностью раствора, в котором проводится этот процесс и возрастает с ростом электропроводности.

О существовании взаимного влияния металлов друг на друга свидетельствуют результаты исследования изменения скорости окисления металлов во времени.

Проведена серия экспериментов по электрохимическому окислению меди

и алюминия под действием переменного тока индивидуально и совместно в течение 0,5...150 мин при следую-

щих условиях: $C_{\text{NaCl}} = 3\% \text{ мас.}$, $t = 90^\circ\text{C}$, $i = 1 \text{ A/cm}^2$. Результаты представлены на рис. 2.

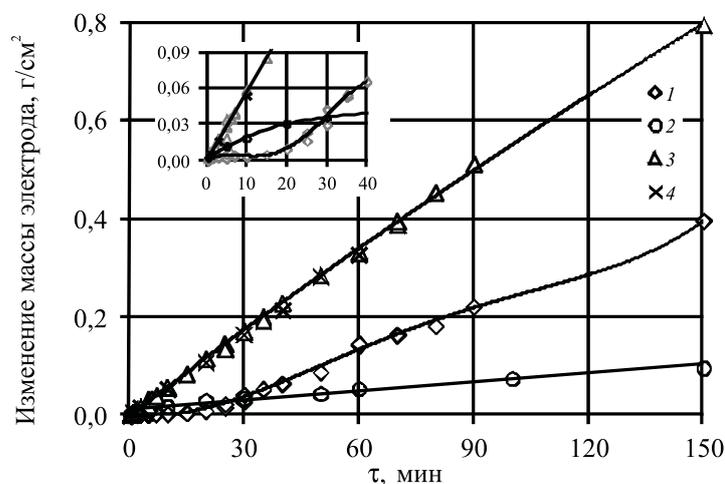


Рис. 2. Изменение во времени массы меди (1, 2) и алюминия (3, 4) при их совместном (1, 3) и раздельном (2, 4) окислении, отнесенное к 1 см^2 рабочей поверхности металла

При продолжительности экспериментов до 25–30 мин изменение массы меди заметно выше при ее окислении в отсутствие алюминия. Причина этого, по-видимому, состоит в том, что в таких условиях окисление меди происходит неравномерно. Как известно, скорость окисления металла выше в том случае, когда процесс окисления происходит преимущественно на отдельных участках поверхности, поскольку в областях локализации процесса создаются более благоприятные условия для его протекания [2, 4]. Относительно низкая концентрация раствора является причиной недостаточной концентрации ионов электролита на поверхности электрода. В результате процесс преимущественно протекает на энергетически более выгодных участках поверхности. Отсутствие явно выраженной неоднородности

поверхности меди в результате ее совместного окисления с алюминием вызвано интенсивным перемешиванием системы газом, выделяющимся при окислении алюминия.

При проведении процесса в течение более длительного периода времени скорость окисления меди в системе превышает скорость индивидуального окисления меди. Поскольку неравномерное окисление на данном этапе наблюдается не при всех условиях синтеза основная причина роста скорости, по-видимому, состоит в образовании промежуточных соединений меди и алюминия (интерметаллических, оксидных) [10]. Возможность образования этих соединений обусловлена непрерывным отводом ионов меди от поверхности медного электрода за счет перемешивания газом, образующимся при окислении алюминия.

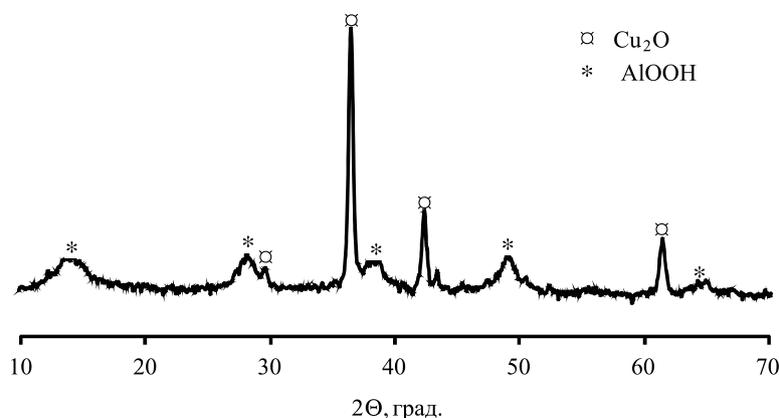


Рис. 3. Рентгенограмма продукта окисления меди и алюминия электролизом в неравновесных условиях в растворе хлорида натрия с концентрацией 3% мас. при 90°C и $i = 1 \text{ A/cm}^2$

В соответствии с результатами рентгенофазового анализа продуктов, их состав, независимо от условий проведения процесса, представлен оксидом меди Cu_2O и слабоокристаллизованным бемитом. Присутствие металлической фазы не обнаружено (рис. 3). Значительное различие в интенсивности пиков оксида меди и бемита обусловлено разной степенью окристаллизованности фаз.

Зависимость скорости окисления меди от параметров синтеза позволяет изменять содержание оксида меди в системе до 25% мас. (расчет проводился по формуле 1).

Выводы

В ходе работы показана возможность синтеза медь-алюминиевой оксидной системы электролизом под действием переменного тока. Установлено, что ключевым критерием возможности синтеза оксидов меди и алюминия является отсутствие взаимодействия как металлов, так и продуктов их окисления с ионами электролита. Показано, что скорость процесса окисления металлов определяется рядом параметров синтеза, однако при этом ограничивается природой металла. Обнаружено взаимное влияние металлов на характер их окисления. Установлено, что варьирование условий синтеза, таких как концентрация раствора электролита и температура синтеза, позволяет получить систему с содержанием оксида меди (II) до 25% мас.

Список литературы

1. Акимов Г.В., Розенфельд И.Л. Влияние pH раствора на коррозию и электродный потенциал меди // Журнал физической химии. – 1940. – Т. 14. – Вып. 11. – С. 1486–1494.
2. Кеше Г. Коррозия металлов. Физико-химические принципы и актуальные проблемы: пер. с нем. – М.: Металлургия, 1984. – 400 с.
3. Колотыркин Я.М. Влияние анионов на кинетику растворения металлов // Успехи химии. – 1962. – Т. 31. – № 3. – С. 322–335.
4. Колотыркин Я.М. Питтинговая коррозия металлов // Химическая промышленность. – 1963. – № 9. – С. 38–46.
5. Коробочкин В.В. Процессы получения нанодисперсных оксидов с использованием электрохимического окисления металлов при действии переменного тока: дис. ... д-ра техн. наук. – Томск, 2004. – 273 с.
6. Коробочкин В.В., Ханова Е.А. Определение количества окисленных титана, кадмия и меди при электролизе на переменном токе // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2005. – Т. 71. – № 6. – С. 20–23.
7. Коррозия металлов и сплавов: сборник / под ред. Н.Д. Томашова; А.И. Голубева. – М.: Металлургиздат, 1963. – 382 с.
8. Кукулина О.Ю., Кондрашин В.Ю., Маршаков И.К. Парциальные электродные процессы при переменноточковой поляризации меди в хлоридных и нитратных средах // Защита металлов. – 2004. – Т. 40. – № 6. – С. 646–652.
9. Справочник химика. Т. 3 / под ред. Б.П. Никольского. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.; Л.: Химия, 1965. – 1008 с.
10. Турин А.Г. Термодинамика химической и электрохимической устойчивости алюминиевых, кремнистых и оловянных бронз // Защита металлов. – 2008. – Т. 44. – № 3. – С. 312–320.
11. Bradu C., Frunza L., Mihalche N., Avramescu S.-M., Neață M., Udrea I. Removal of Reactive Black 5 azo dye from

aqueous solutions by catalytic oxidation using CuO/Al_2O_3 and NiO/Al_2O_3 // Applied Catalysis B: Environmental. – 2010. – Vol. 96. – № 3. – P. 548–556.

12. Ghosh J. Ch. Alternating Current Electrolysis // J. Am. Chem. Soc. – 1914. – Vol. 36. – № 11. – P. 2333–2346.
13. Ghosh J. Ch. The Influence of an Alternating Current on Electrolysis by a Direct Current // J. Am. Chem. Soc. – 1915. – Vol. 37. – № 4. – P. 733–752.
14. Marsh S. On Alternating Current Electrolysis // Proc. R. Soc. Lond. A. – 1920. – Vol. 97. – Is. 682. – P. 124–144.
15. Massa P.A., Ayude M.A., Fenoglio R.J., Gonzalez J.F., Haure P.M. Catalyst systems for the oxidation of phenol in water // Latin American Applied Reserch. – 2004. – Vol. 34. – № 3. – P. 133–140.

References

1. Akimov G.V., Rozenfel'd I.L. Vlijanie rN rastvora na korroziju i ehlektrodnijj potencial medi // Zhurnal fizicheskojj khimii. 1940. T. 14. Vyp. 11. pp. 1486–1494.
2. Keshe G. Korrozija metallov. Fiziko-khimicheskie principy i aktual'nye problemy: per. s nem. / G. Keshe. M.: Metallurgija, 1984. 400 p.
3. Kolotyркиn Ja.M. Vlijanie anionov na kinetiku rastvoreniya metallov // Uspekhii khimii. 1962. T. 31. no. 3. pp. 322–335.
4. Kolotyркиn Ja.M. Pittingovaja korrozija metallov // Khimicheskaja promyshlennost'. 1963. no. 9. pp. 38–46.
5. Korobochkin V.V. Processy poluchenija nanodispersnykh oksidov s ispol'zovaniem ehlektrokhimicheskogo okislenija metallov pri dejstvii peremennogo toka: dis. ... dokt. tekhn. nauk. Tomsk, 2004. 273 p.
6. Korobochkin V.V., Khanova E.A. Opredelenie količestva okislennykh titana, kadmija i medi pri ehlektrolize na peremennom toke // Zavodskaja laboratorija. Diagnostika materialov. 2005. T. 71. no. 6. pp. 20–23.
7. Korrozija metallov i splavov: sbornik / pod red. N.D. Tomashova; A.I. Golubeva. M.: Metallurgizdat, 1963. 382 p.
8. Kuksina O.Ju., Kondrashin V.Ju., Marshakov I.K. Parcial'nye ehlektrodneye processy pri peremennotokovojj poljarizacii medi v khloridnykh i nitratnykh sredakh // Zashhita metallov. 2004. T. 40. no. 6. pp. 646–652.
9. Spravochnik khimika. T. 3. Pod red. B.P. Nikol'skogo. 2-e izd., pererab. i dop. M.; L.: Khimija, 1965. 1008 p.
10. Turin A.G. Termodinamika khimicheskoi i ehlektrokhimicheskoi ustojichivosti aljuminievnykh, kremnistykh i olovjannykh bronz // Zashhita metallov. 2008. T. 44. no. 3. pp. 312–320.
11. Bradu C., Frunza L., Mihalche N., Avramescu S.-M., Neață M., Udrea I. Removal of Reactive Black 5 azo dye from aqueous solutions by catalytic oxidation using CuO/Al_2O_3 and NiO/Al_2O_3 // Applied Catalysis B: Environmental. 2010. Vol. 96. no. 3. pp. 548–556.
12. Ghosh J. Ch. Alternating Current Electrolysis // J. Am. Chem. Soc. 1914. Vol. 36. no. 11. pp. 2333–2346.
13. Ghosh J. Ch. The Influence of an Alternating Current on Electrolysis by a Direct Current // J. Am. Chem. Soc. 1915. Vol. 37. no. 4. pp. 733–752.
14. Marsh S. On Alternating Current Electrolysis // Proc. R. Soc. Lond. A. 1920. Vol. 97. Is. 682. pp. 124–144.
15. Massa P.A., Ayude M.A., Fenoglio R.J., Gonzalez J.F., Haure P.M. Catalyst systems for the oxidation of phenol in water // Latin American Applied Reserch. 2004. Vol. 34. no. 3. pp. 133–140.

Рецензенты:

Сваровский А.Я., д.т.н., профессор кафедры машин и аппаратов химических производств Северского технологического института – филиала ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Северск;

Козик В.В., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой неорганической химии Национального исследовательского Томского государственного университета, г. Томск.

Работа поступила в редакцию 03.07.2012.

УДК 330.1 (470)

**НАУЧНО ОБОСНОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОТКРЫТЫМИ
АВТОТРАНСПОРТНЫМИ СИСТЕМАМИ****Корчагин В.А., Ризаева Ю.Н., Корчагина Т.В.***ФГБОУ ВПО «Липецкий государственный технический университет»,
Липецк, e-mail: rizaeva.u.n@yandex.ru*

Рассматривается организационно-экономический инструментарий поиска оптимальных управленческих решений при функционировании открытых автотранспортных социоприродоэкономических систем (СПЭС) в реальных условиях эксплуатации подвижного состава. Отличительной особенностью предлагаемого подхода является разделение на два последовательных такта задач исследования объекта и управления им, что дает возможность наряду с решением задач управления получать знания о характеристиках объекта, что при целесообразности может быть использовано для дальнейшего совершенствования алгоритмов управления. Управление автотранспортной СПЭС рассматривается как совокупность процессов обмена, обработки и преобразования информации. Предлагается комплексное представление управления социоприродоэкономической системой. Предметом исследования является оптимизация отношений между природными ресурсами, естественными условиями жизни общества и его социально-экономическим развитием, стремление к сохранению и воспроизводству среды жизнедеятельности человека. Использование результатов исследования позволяет осуществлять поиск эффективных решений по проблемам согласования экологических и экономических интересов общества и по вопросам улучшения поддержания равновесия и сбалансированности взаимодействия всех подсистем СПЭС.

Ключевые слова: автотранспортные системы, окружающая среда, кибернетический подход**SCIENTIFICALLY-REASONABLE MANAGEMENT
BY OPEN MOTOR TRANSPORT SYSTEMS****Korchagin V.A., Rizaeva Y.N., Korchagina T.V.***Lipetsk state technical university, Lipetsk, e-mail: rizaeva.u.n@yandex.ru*

In the article the tool organizationally economic of search of optimal administrative decisions is examined at functioning of the open motor transport natural economic frames systems in the real terms of exploitation of transport vehicles. A distinctive feature offered approach is dividing into two successive times of tasks of research of object and management to them, that gives an opportunity along with the decision of management tasks to get knowledge about descriptions of object, that at expediency it can be used for further perfection of management algorithms. A management is examined the motor transport natural economic frame of society as totality of processes of exchange, treatment and transformation of information. Complex presentation of management is offered by the natural economic frame of society. The article of research is optimization of relations between natural resources, by the natural terms of life of society and his socio-economic by development, aspiring to maintenance and reproduction of environment of vital functions of man. Drawing on research results it is allowed to carry out search of effective decisions on the problems of concordance of ecological and economic interests of society and on questions of improvement of maintenance of equilibrium and balanced of co-operation of all subsystems

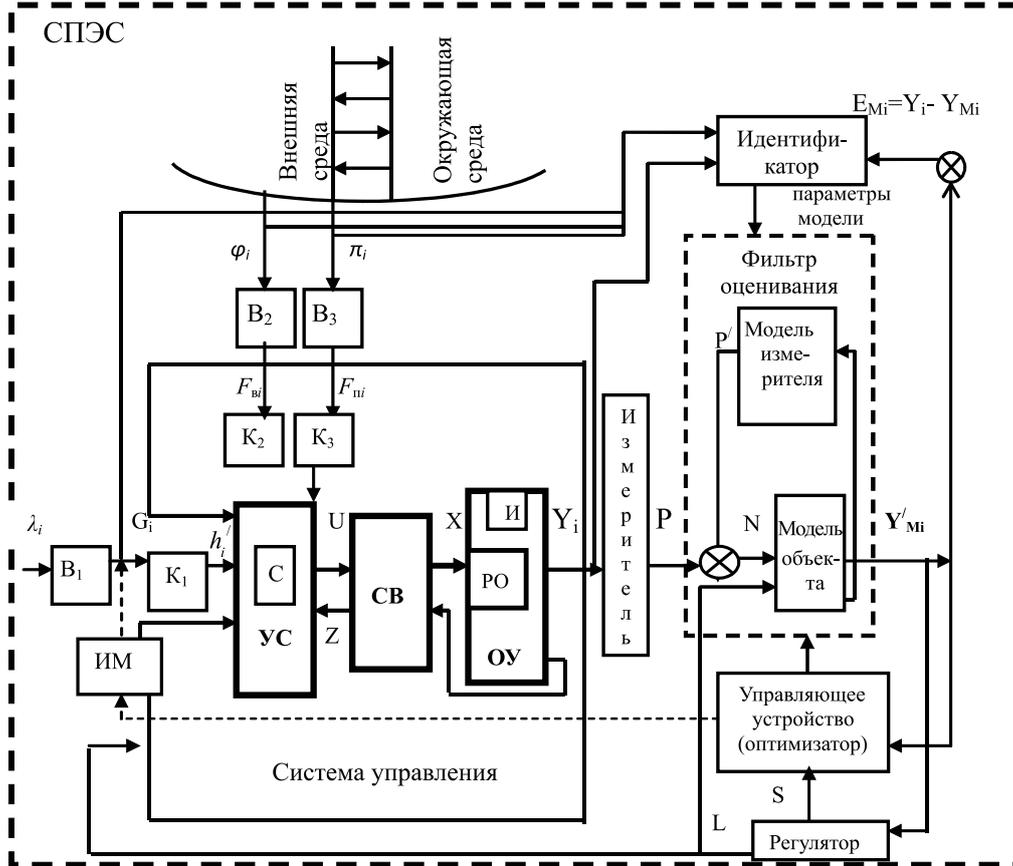
Keywords: motor transport systems, environment, cybernetic

Для эффективного функционирования автотранспортной социоприродоэкономической системы (СПЭС) [2] необходимо иметь достаточный объем информации для того, чтобы объективно оценивать ситуацию во внешней и природной средах, производить анализ собственной деятельности, снижать экологические опасности.

Задачей современной теории управления в социоприродоэкономических системах является разработка принципов, методов и средств, необходимых для эффективной организации функционирования этих систем, т.е. управления, с целью достижения наиболее высоких показателей производительности, труда, экономичности систем при выполнении экологических и эргономических требований. Известно, что достигнуть эффективного управления объектом возможно на основе кибернетического подхода.

Во второй половине XX века в науке появилось новое понятие, связанное с развитием кибернетики, – экологический подход. Данное понятие предполагает моделирование и анализ взаимосвязей в системе «объект – окружающая среда», где в качестве объекта может рассматриваться не только живой организм, но и взаимосвязь между природными ресурсами, естественными условиями жизни общества и его социально-экономическим развитием.

С точки зрения кибернетического подхода управление автотранспортной СПЭС рассматривается как совокупность процессов обмена, обработки и преобразования информации. Системное представление управления СПЭС отражено на рисунке. Система управления включает три подсистемы: управляющую систему (УС), объект управления (ОУ) и систему связи (СВ).



Системное представление управления социоприродоэкономической системой

Устройство для реализации целенаправленных воздействий – управляющая система, объект управления и система связи образуют систему с управлением (СУ). Свойства и особенности объекта и системы с управлением в целом не могут быть оценены и учтены без рассмотрения их связей с окружающей и внешней средами.

Управляющая система совместно с системой связи образует систему управления логистикой. Система связи включает канал прямой связи, по которому передается входная информация $\{X\}$, и канал обратной связи, по которому к управляющей системе передается информация о состоянии объекта управления $\{Z\}$. Информация об управляемом объекте, внешней и окружающей средах воспринимается управляющей системой, перерабатывается в соответствии с той или иной целью управления и в виде управляющих воздействий передается на объект управления. Использование понятия обратной связи является отличительной чертой кибернетического подхода.

Статистическое моделирование открытой автотранспортной системы на ЭВМ требует формирования значений случайных величин, что реализуется с помощью дат-

чиков (генераторов) случайных чисел. Не останавливаясь пока на способах их реализации для целей моделирования на ЭВМ, поясним сущность метода статистического моделирования открытой СПЭС.

В общем виде СУ и её взаимодействие с окружающей и внешней средами можно представить в виде функциональной упрощенной схемы (рисунок). Объект управления создает воздействие Y_i на окружающую и внешнюю среды. Воздействие Y_i характеризует желаемое состояние или положение ОУ и называется управляемой величиной. Методом статистического моделирования определяем оценки выходных характеристик стохастической открытой автотранспортной СПЭС. Целью моделирования является оценка математического ожидания $M [y]$ величины Y_i . Зависимость последней от входного воздействия G_i и воздействия внешней и окружающей сред F_{vi} и F_{ni} имеет вид

$$Y_i = \sqrt{G_i^2 + F_{vi}^2 + F_{ni}^2}, \quad (1)$$

В качестве оценки математического ожидания $M [y]$, если использовать теоремы теории вероятностей (теорема Бернулли, Пуассона, Чебышева и др.), может высту-

пать среднее арифметическое, вычисленное по формуле

$$\bar{y} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i, \quad (2)$$

где y_i – случайное значение величины y ; N – число реализаций, необходимое для статистической устойчивости результатов.

Информация о действительном (текущем) значении управляемой величины Y_i в большинстве СУ используется для выработки управляющего воздействия U на ОУ, поэтому информация о Y_i вводится в УС.

Воздействие ОУ на окружающую и внешнюю среды может осуществляться комплексно (одновременно по нескольким параметрам). В этом случае оно будет векторной величиной \bar{Y} . Со стороны внешней среды на ОУ действует возмущающее воздействие F_{vi} , а со стороны окружающей среды – воздействие F_{ni} :

$$F_{vi} = 1 - e^{-\phi i}; \quad (3)$$

$$F_{ni} = 1 - e^{-\pi i}, \quad (4)$$

где ϕi , πi – случайные величины, для которых известны их функции распределения.

Информация о возмущающих воздействиях F_{vi} и F_{ni} используется в УС для выработки управляющего воздействия U .

На вход УС подаётся задающее воздействие G_i , содержащее информацию о цели управления, т.е. о предписанном (заданном) значении Y_i

$$G_i = 1 - e^{-\lambda i}, \quad (5)$$

где λi – случайная величина, для которой известна функция распределения.

Воздействия U , G_i , F_{vi} , F_{ni} так же как и Y_i в общем случае могут быть векторными. В показанной на рисунке схеме СУ управляющее воздействие U вырабатывается в результате переработки информации об управляемой величине Y_i , задающем воздействии G_i и о возмущающих воздействиях F_{vi} и F_{ni} .

Суммирование (С) воздействий G_i , F_{vi} , F_{ni} , производимое в подсистеме УС:

$$U_i = (1 - e^{-\lambda i})^2 + (1 - e^{-\phi i})^2 + (1 - e^{-\pi i})^2, \quad (6)$$

извлечение квадратного корня (И), выполняемое в подсистеме ОУ:

$$Y_i = \sqrt{(1 - e^{-\lambda i})^2 + (1 - e^{-\phi i})^2 + (1 - e^{-\pi i})^2}. \quad (7)$$

Подобные СУ дают удовлетворительное качество управления лишь при высокой стабильности параметров СУ, окружающей и внешней сред. По структуре эти СУ являются разомкнутыми, так как не имеют обратной связи по управляемо-

му параметру Y_i и не образуют замкнутого контура управления.

Более высокое качество управления позволяют получить замкнутые СУ, в которых используется информация об управляемой величине Y_i и задающем воздействии G_i . Управляющее воздействие U в этих СУ вырабатывается в зависимости от отклонения Y_i от значения G_i и независимо от причин, вызвавших это отклонение. Такое управление может быть названо гибким, так как при этом учитывается действительное состояние ОУ. Информация об Y_i передаётся в УС, образуя контур главной обратной связи (сигнал с выхода системы подаётся на вход).

Системы управления, в которых используется информация о четырех воздействиях: G_i , Y_i , F_{vi} и F_{ni} , называются комбинированными. Комбинированные системы автоматизированного управления (САУ) имеют более высокое качество управления, чем системы, работающие только по отклонению, так как информация о значении возмущающего воздействия F_{vi} и F_{ni} позволяет УС работать с предвидением, т.е. начинать компенсацию внешнего возмущения, нарушающего нормальную работу ОУ раньше, чем возникнет достаточно большое отклонение.

Постановка цели управления (цели функционирования объекта) является отправной точкой для проектирования процесса управления и определяет критерии функционирования объекта. Если рассматривать произвольный процесс управления природотехнической системы, то становится очевиден следующий вывод. При отсутствии определенной заранее цели проектирование процесса управления не имеет смысла.

Внутренняя структура отображает закономерности функционирования объекта. Это может быть функция, алгоритм или программа, описывающие объект. Внешняя и окружающая среды дают объективную характеристику окружающим условиям, параметрам и структуре внешних объектов, взаимодействующих в той или иной степени с данным объектом. Как можно более полное отображение внешней и природной сред повышает вероятность совпадения предполагаемых и фактических последствий принятия решений в процессе управления.

Кроме текущей информации о состоянии объекта СПЭС характеризуются постоянной информацией о свойствах объекта в виде структуры и коэффициентов уравнений его модели, называемых константами объекта. Можно сказать, что текущая информация предназначена для физической

реализации заданного закона управления в регуляторе, тогда как постоянная информация необходима для конкретизации этого закона применительно к данному объекту. Под конкретизацией закона управления понимается задание структуры уравнений этого закона и задание численных значений констант регулятора. Для создания системы управления необходимо, прежде всего, выбрать закон управления (тип регулятора), а затем в рамках выбранного типа регулятора найти его константы, отвечающие данному объекту и, желательно, близкие к оптимальным.

Главный вопрос создания и обеспечения устойчивых открытых автотранспортных социоприродоэкономических систем – это вопрос получения необходимой для управления информации. Текущая информация о состоянии объекта получается с помощью технических устройств – измерителей, а постоянная информация о свойствах объекта получается в результате экспериментальной настройки уже действующей системы. При этом рассматриваемый метод настройки предполагает отсутствие специальных воздействий на объект и реализуется алгоритмическим путем в режиме нормальной эксплуатации СПЭС.

Из теории управления известно, что для оптимального управления СПЭС следует восполнять недостающую текущую информацию. Это производится путем фильтрации результатов имеющихся измерений. Такие системы стабилизации включают в цепи обратной связи перед собственно регулятором еще один блок – фильтр оценивания состояния объекта. При этом необходимая постоянная информация включает, помимо констант регулятора, константы фильтра оценивания состояния. Но оптимальная структура такого фильтра оценивания известна – это сама модель объекта с аддитивной добавкой невязки измерений [3]. Следовательно, необходимая постоянная информация для таких систем включает совокупность констант регулятора и констант модели объекта вместе с коэффициентом усиления невязки измерений (константы самого уравнения измерений считаются априори известными). Получение численных значений указанных констант и составляет задачу настройки СПЭС.

Предметом настройки служит модель объекта с заменой в ней фактического, не измеряемого вектора состояния Y_i на вектор его оценки Y'_{Mi} по результатам измерений P и регулятор, в котором закон управления определяется в функции оценки Y'_{Mi} . Структурная схема системы управления СПЭС приведена на рисунке.

В векторной форме и в дискретном времени фильтр оценивания в форме модели объекта с невязкой измерений и регулятор описываются уравнениями:

фильтр оценивания

$$Y'_{Mi}(t) = \frac{BY_i}{t-1} + A L(t) + V E(t); \quad (8)$$

невязка измерений

$$N(t) = P(t) - H(B Y'_{Mi}(t-1) + A L(t)); \quad (9)$$

регулятор

$$L(t) = K Y'_{Mi}(t-1), \quad (10)$$

где L – m -мерное векторное управление; B , A – $n \times n$ и $n \times m$ -мерные матричные коэффициенты модели объекта; H – известный $r \times n$ -мерный матричный коэффициент уравнения измерений $P(t) = H Y_i(t)$; $P(t)$ – r -мерный вектор результатов измерений; V – $n \times r$ -мерный матричный коэффициент усиления невязки измерений; K – $m \times n$ -мерный матричный коэффициент передачи регулятора.

Информация, подаваемая на вход объекта (G_p, F_{vi}, F_{ni}) , одновременно поступает также на вход идентификатора. Выход модели Y'_{Mi} сравнивается с выходом объекта Y_i . Ошибки модели по каждому из каналов $E_{Mi} = Y_i - Y'_{Mi}$ вместе с информацией о входах используются идентификатором для подстройки параметров модели (коэффициентов).

Управляющее устройство (алгоритм), ориентируясь на заданный критерий (цель) оптимизации S , осуществляет на модели машинный эксперимент (чаще всего с помощью одного из поисковых алгоритмов), направленный на определение значений управляющих воздействий (входов G_p, F_{di}, F_{gi}) и соответствующего им значения выхода Y_i , удовлетворяющего заданному критерию оптимальности.

Отличительной особенностью предлагаемого подхода является разделение на два последовательных такта задач исследования объекта и управления им, что дает возможность наряду с решением задач управления получать знания о характеристиках объекта, что при целесообразности может быть использовано для дальнейшего совершенствования алгоритмов управления. Немаловажным преимуществом является возможность избежать дестабилизирующего воздействия отдельных каналов друг на друга, поскольку в рассматриваемой схеме управляющие воздействия на модель могут

быть выбраны таким образом, чтобы они сразу удовлетворяли оптимальным траекториям всех выходов.

Учёные при выполнении исследования должны решать задачу изучения эколого-экономических отношений и закономерностей взаимодействия производственных и природных процессов в целях обеспечения комплексного решения проблем сбалансированного развития экономики и улучшения состояния окружающей среды. При таком подходе предметом изучения взаимодействия «производство – окружающая среда» являются эколого-экономические отношения, экономические и экологические последствия хозяйственной деятельности и методы регулирования рационального природопользования и охраны окружающей среды. По отношению же к самому продукту в жизненном цикле во всех разработках должны действовать критерии: минимизация ресурсоматериалоемкости продукта и ресурсоэнергоёмкости производства; уровень экологизации и экоэффективность производства; экоэффективность продукта; удовлетворение потребностей и требований потребителя.

Создание подобной системы представляется прогрессивным и позволит начать движение в будущее функционирования человечества, мировой хозяйственной системы на принципе автотрофности, т.е. замкнутости, кругооборота в использовании материальных ресурсов в общественном воспроизводственном процессе.

Включение Разума в механизмы саморегуляции расширяет возможности отбора, тем самым они приобретают определенную целенаправленность в замене статических обратных связей динамическими с более широким горизонтом предвидения, что является важнейшим шагом в развитии одного из биологических видов живого вещества, а может быть и Вселенной!

Использование результатов модели позволяют осуществлять поиск эффективных решений по проблемам согласования

экологических и экономических интересов общества и по вопросам улучшения поддержания равновесия и сбалансированности взаимодействия всех подсистем СПЭС.

Список литературы

1. Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера. – М.: Наука, 1989. – 362 с.
2. Корчагин В.А. О решении эколого-экономических проблем открытых автотранспортных систем // Автотранспортное предприятие. – 2008. – № 6. – С. 12–18.
3. Корчагин В.А. Эколого-экономические проблемы транспортных систем // Наука и техника транспорта. – 2008. – № 2. – С. 13–19.
4. Корчагин В.А., Ризаева Ю.Н. Ноосферологические подходы создания социоприродоэкономических транспортно-логистических систем // Автотранспортное предприятие. – 2012. – № 1. – С. 45–48.
5. Корчагин В.А., Корчагина Т.В. Устойчивое развитие России: монография. – Липецк: ЛГТУ, 2001. – 200 с.

References

1. Vernadskiy V.I. Biosfera i noosfera. M.: Nauka, 1989. 362p.
2. Korchagin V.A. O reshenii ekologo-ekonomicheskikh problem otkrytykh avtotransportnykh system // Avtotransportnoe predpriyatie. 2008. no. 6. pp. 12–18.
3. Korchagin V.A. Ekologo-ekonomicheskie problemy transportnykh system // Nauka i tehnika transporta. 2008. no. 2. pp. 13–19.
4. Korchagin V.A. Rizaeva Yu.N. Noosferologicheskie podhody sozdaniya sotsioprirodoekonomicheskikh transportno-logisticheskikh system// Avtotransportnoe predpriyatie. 2012. no. 1. pp. 45–48.
5. Korchagin V.A., Korchagina T.V. Ustoychivoe razvitie Rossii: Monografiya. Lipetsk /LGTU, 2001. 200 p.

Рецензенты:

Шмырин А.М., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Высшая математика» Липецкого ГТУ, г. Липецк;

Ли Р.И., д.т.н., профессор, зав кафедрой «Транспортные средства и техносферная безопасность» Липецкого ГТУ, г. Липецк.

Салихов М.Г., д.т.н., профессор, зав. кафедрой автомобильных дорог ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный университет», г. Самара.

Работа поступила в редакцию 20.06.2012.

УДК 666.974.2

БЕЗОБЖИГОВОЕ КОМПОЗИЦИОННОЕ ВЯЖУЩЕЕ ИЗ МЕСТНЫХ КРЕМНИСТЫХ ПОРОД И БЕЗВОДНОГО СИЛИКАТА НАТРИЯ, МОДИФИЦИРОВАННОЕ ЩЕЛОЧЕСОДЕРЖАЩЕЙ ДОБАВКОЙ

Мантуров З.А.

*ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный технический университет»,
Махачкала, e-mail: Zagir9@mail.ru*

В работе приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований получения безобжигового силикат-натриевого композиционного вяжущего на основе местных кремнистых пород (диатомита), безводного силиката натрия (силикат-глыбы), модифицированного щелочесодержащей добавкой (соапстока). На первом этапе проведены исследования по изучению рациональных условий щелочной обработки кремнистой породы (диатомита) раствором соапстока, что позволило выявить оптимальные условия получения щелочно-кремнеземистого раствора с силикатным модулем $M_c = 4,0-4,2$; температура $90 \pm 3^\circ\text{C}$, $\text{pH} = 12,5-13,0$ и продолжительность обработки щелочным раствором соапстока – 4 часа. На втором этапе были проведены экспериментальные исследования по выявлению влияния содержания безводного силиката натрия на прочность и др. показатели силикат-натриевого композиционного вяжущего как со щелочесодержащей добавкой (соапсток), так и без этой добавки.

Ключевые слова: безводный силикат натрия, силикат-глыба, силикат-натриевое композиционное вяжущее

ROASTING FREE COMPOSITE KNOTTING FROM LOCAL SILICEOUS BREEDS AND ANHYDROUS SILICATE OF SODIUM MODIFIED BY THE ALKALINE ADDITIVE

Manturov Z.A.

Dagestan state technical university, Makhachkala, e-mail: Zagir9@mail.ru

The paper contains the results of theoretical and experimental studies of receiving chemically bonded silicate of sodium of a composite binder on the basis of local siliceous rocks (diatomite), anhydrous sodium silicate (silicate blocks), modified alkaline additives (soap stock). At the first stage of the carried out studies on rational conditions of alkaline processing silicon breed (diatomite) solution of soap water flows, which allowed to identify the optimal conditions for obtaining alkaline-кремнеземистого solution with silica module $M_c = 4,0-4,2$ temperature: $90 \pm 3^\circ\text{C}$, $\text{pH} = 12,5-13,0$ and duration of the processing of alkaline solution of soap water flows – 4 hours. At the second stage of the carried out experimental researches on revealing the influence of the content of anhydrous sodium silicate for strength and other indicators of silicate of sodium of a composite binder as with alkaline additives (soap stock), both with and without the additives.

Keywords: anhydrous silicate of sodium, lump of silicate, silicate-sodium composite knitting

Высокая энергоёмкость клинкерных вяжущих и большие капитальные вложения на организацию их производства диктуют острую необходимость разработки новых эффективных видов местных вяжущих веществ для получения на их основе материалов различного назначения. К таким вяжущим, как показали многолетние исследования, проводимые в Дагестанском государственном техническом университете совместно с МГСУ им. В.В. Куйбышева и НИИЖБ им. А.А. Гвоздева, относятся так называемые силикат-натриевые композиционные вяжущие [3, 6–7] на основе безводных силикатов натрия (БСН) и различных тонкомолотых минеральных добавок.

Жаростойкие бетоны на жидкостекольных связующих, несмотря на их преимущества по сравнению с бетонами на основе клинкерных вяжущих [3, 5–6], содержат большое количество жидкого стекла (300–500 кг на 1 м^3 бетона), соответственно и оксида натрия Na_2O . Это сопряжено также с достаточно высоким содержанием воды в бетонной смеси (300 и более литров)

и необходимостью введения в шихту значительного количества тонкомолотых добавок-отвердителей и огнеупорных добавок (более 500 кг на 1 м^3 бетона). Оксид натрия Na_2O , являясь сильным плавнем, снижает огнеупорность, прочность в нагретом состоянии и др. свойства жаростойкого бетона.

Использование в жаростойких бетонах вместо жидкого стекла силикат-натриевого композиционного вяжущего на основе БСН с последующим ее твердением при низкотемпературной тепловой обработке ($90-180^\circ\text{C}$) позволяет значительно снизить концентрацию силиката натрия, повысить однородность бетонной смеси, улучшить условия формирования, снизить количество воды затворения [3, 6–7]. Это обеспечивает также существенное повышение когезионной прочности вяжущего и приводит к повышению огнеупорности жаростойкого бетона на БСН и значительно улучшает его термомеханические свойства.

Все природные разновидности кремнистых пород (трепел, диатомит, опока и др.) содержат аморфный кремнезем и отличаются

ся высокой дисперсностью, легко реагируют не только с расплавленными углекислыми и едкими щелочами, но и с их растворами, особенно при нагревании [1]. При этом образование соответствующего силиката щелочного металла с заданной структурой и физико-химическими свойствами зависит от многих факторов – концентрации едкой щелочи, температуры и продолжительности щелочной обработки, химического состава и дисперсности кремнистой породы.

Большое значение для успешного растворения аморфного кремнезема имеет концентрация едкой щелочи, правильный подбор которой значительно облегчает и ускоряет процесс образования в растворе щелочных силикатов. При употреблении разбавленных растворов едкой щелочи получаются слабо концентрированные растворы жидкого стекла, требующие для упаривания до необходимой консистенции много времени и средств и усложняющие технологический процесс изготовления. Концентрированные же растворы щелочи, образующиеся в стесненных условиях при формировании структуры силикат-натриевых композиционных вяжущих, способствуют образованию вязкой массы с высокими клеящими свойствами [3, 6–7].

Известно [2], что с повышением температуры и давления повышается реакционная способность кремнезема, что благоприятно влияет на процесс растворения SiO_2 в щелочах. Растворение аморфного кремнезема в растворах щелочей при атмосферном давлении рекомендуется проводить при температурах не выше 100°C .

Поэтому для интенсификации растворения SiO_2 в системе необходимо создать щелочную среду, подобрав для этого соответствующую добавку, желательно комплексного действия, т.е. обеспечивающую повышение pH жидкой фазы, пластификацию формовочной смеси и т.д. Из исследованных нами жидких щелочесодержащих отходов наиболее подходящим и оказывающим комплексное воздействие на структурообразование и свойства материала, является соапсток – продукт щелочной рафинации жиров.

Для проведения экспериментов нами был выбран единый режим, соответствующий температуре расщелачивания аморфного SiO_2 , равной $90 \pm 3^\circ\text{C}$ и продолжительности растворения – 4 ч, поскольку предварительными опытами было установлено, что при этих условиях достигается максимальный переход SiO_2 из твердой фазы в жидкую при атмосферном давлении.

На основании проведенных нами экспериментальных исследований установле-

но, что во всех случаях, когда выход SiO_2 был низким, в системе наблюдался избыток донной фазы. Это связано с низкой концентрацией щелочи натрия в растворе соапстока или с большим значением Т:Ж, где Т-масса твердой фазы, а Ж – масса жидкой фазы. После промывки донной фазы горячей дистиллированной водой в фильтрате содержалось незначительное количество SiO_2 и Na_2O . Это свидетельствует о том, что в процессе выщелачивания некоторая часть образовавшегося силиката остается адсорбированной в объеме нерастворенного диатомита, а также происходит гидролиз мыльной составляющей соапстока.

Результаты проведенных экспериментальных исследований (рис. 1) по щелочной обработке кремнистой породы (диатомита) раствором соапстока позволили определить оптимальные условия получения щелочно-кремнеземистого раствора с силикатным модулем $M_c = 4,0\text{--}4,2$: температура $90 \pm 3^\circ\text{C}$, Т:Ж = 1:3, pH = 12,5–13,0 и продолжительность обработки щелочным раствором соапстока – 4 часа.

Существующие технологии материалов на основе кремнистых пород в большинстве случаев энергоемки и включают приготовление формовочной массы, формование, сушку и обжиг изделий при высоких температурах, хотя эти породы обладают довольно высокой химической активностью ко многим веществам при низких температурах [4, 7]. Следовательно, применяя соответствующую низкотемпературную обработку (сушка при $100\text{--}200^\circ\text{C}$, пропарка при $80\text{--}90^\circ\text{C}$ или автоклавная обработка), возможно получение различных материалов на их основе по ресурсосберегающим технологиям.

Научная работа посвящена актуальной проблеме, а именно получению бесклинкерного композиционного вяжущего на основе местных кремнистых пород и БСН (силикат-глыбы), модифицированного щелочесодержащей добавкой – раствора соапстока из отходов рафинации рыбьего жира. Следует отметить, что технология получения исследуемого композиционного вяжущего предусматривает только низкотемпературную термическую обработку $100\text{--}200^\circ\text{C}$ по специальному режиму и не требует характерного для портландцемента энергоемкого обжига до спекания клинкера при температуре около 1450°C .

Увеличение силикатного модуля, как показали ранее проведенные исследования [3, 6–7], способствует повышению водостойкости и огнеупорности исследуемых композиционных вяжущих. Поэтому глав-

ной задачей в наших исследованиях явилось придание композиционному вяжущему максимально возможной водостойкости

и огнеупорности, достигаемых при использовании в составе вяжущей композиции силиката натрия с модулем $M_k \geq 4$.

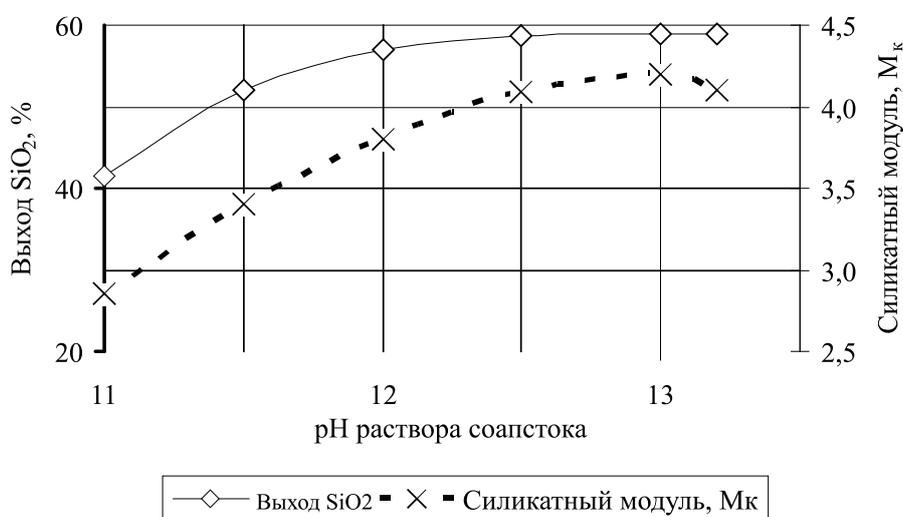


Рис. 1. Зависимость силикатного модуля M_k и количества SiO_2 , извлекаемого из кремнистой породы (диатомита) от pH щелочного раствора соапстока при температуре $90 \pm 3^\circ C$ в течение 4 ч

Для характеристики минерального сырья и композиционного вяжущего на его основе были проведены комплексные физико-механические, физико-химические и др. исследования. В связи с ограниченностью объема работы нами здесь приводятся только основные результаты этих комплексных исследований.

При проведении опытов использованы композиционные вяжущие из БСН (сили-

кат-глыбы) и тонкомолотой кремнистой породы (диатомита) с добавкой и без добавки раствора соапстока. На рис. 2 приведены результаты испытаний образцов, изготовленных из различных составов композиционного вяжущего и подверженных тепловой обработке по режиму: подъем температуры до $100^\circ C$ – 1,5 ч, выдержка при $100^\circ C$ – 2,5 ч; подъем температуры до $200^\circ C$ – 1 ч, выдержка при этой температуре 3–4 часа.

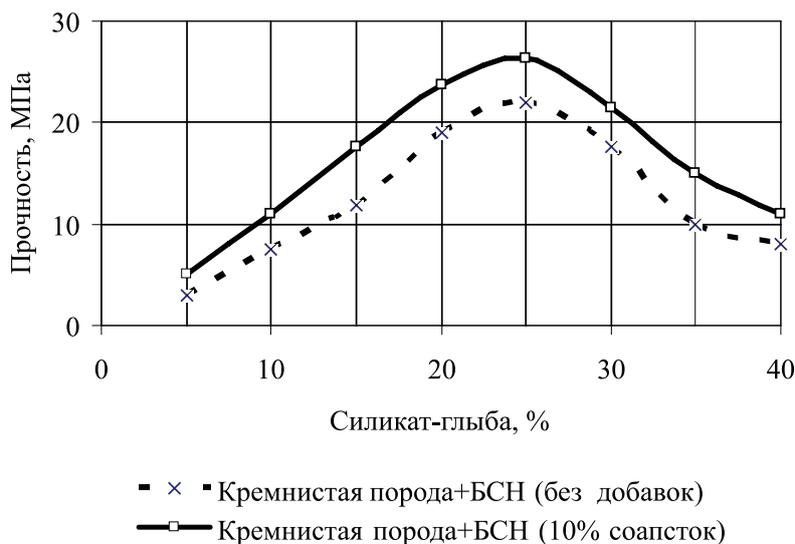


Рис. 2. Зависимость прочности на сжатие образцов композиционного вяжущего от содержания силикат-глыбы (БСН)

Результаты проведенных нами экспериментальных исследований показывают (см. рис. 2), что содержание БСН (силикат-глыбы) в композиционном вяжущем существенно влияет на прочность при сжатии после сушки образцов из этих вяжущих. Кривые зависимости при этом носят экстремальный характер. По характеру левых нисходящих ветвей можно сделать вывод о недостатке силикат-глыбы в композиции, что делает невозможным создание оптимального числа клеевых контактов. При содержании силикат-глыбы около 25% достигается максимальная прочность образцов из этих вяжущих. Наблюдаемые на графике нисходящие ветви свидетельствуют о спаде прочности при дальнейшем увеличении в системе содержания БСН. При этом для получения теста композиционного вяжущего нормальной густоты требуется большой расход воды (водоудерживающее отношение $V/V = 0,22$), что способствует появлению большого количества гидратированного силиката натрия. Этим и объясняется вспучивание (20% и более) при нагревании образцов до 150–200°C с содержанием силикат-глыбы более 25%. Вспучивание образцов связано с достаточно высокой вязкостью исследуемой композиции, которая препятствует свободному выходу из нее водяного пара.

Проведенные исследования также выявили, что введение в состав композиционного вяжущего соапстока положительно влияет также на реологические свойства исследуемой композиции, т.е. позволяет получить тесто нормальной густоты при значительно меньшем расходе воды, что оказывает благоприятное влияние на прочность, морозостойкость и др. свойства материалов на основе этих вяжущих. В частности, введение 10% раствора соапстока с $pH = 12,6$ в композиционное вяжущее с соотношением компонентов *кремнистая порода:силикат-глыба* = 80:20 позволяет уменьшить водоудерживающее отношение V/V с 22% до 13%. При этом образцы из композиционного вяжущего нормальной густоты с добавкой 10% раствора соапстока имели прочность при сжатии на 25% больше, чем без добавки при одинаковом содержании БСН (см. рис. 2).

Кроме того, как видно из того же графика (см. рис. 2), например, прочности 22 МПа можно достичь при содержании 25% БСН в образцах без добавки раствора соапстока, а при введении добавки – 18% БСН. Таким образом, введение соапстока позволяет уменьшить расход БСН на 7% от общей массы композиции, а в пересче-

те к содержанию БСН она составляет 28%. Высокая прочность образцов при меньшем содержании БСН с добавкой соапстока связано с тем, что при нагревании щелочной раствор соапстока способствует растворению определенного количества аморфного кремнезема кремнистой породы с образованием новой порции высокомолекулярного жидкого стекла ($M_k = 4,0-4,2$) в составе композиционного вяжущего.

Таким образом, в результате комплексных теоретических и экспериментальных исследований нами получено силикат-натриевое композиционное вяжущее на основе местных кремнистых пород (диатомита), БСН (силикат-глыбы) и отходов рафинации рыбьего жира – соапстока. Выявлены кремнистые породы (бассейн реки Халагорк на территории Дагестана), пригодные для получения местного бескланкерного композиционного вяжущего. Установлены химический и минералогический составы этих кремнистых пород. Экспериментально установлено, что наибольшей прочности достигают образцы композиционного вяжущего с содержанием 25% БСН и 75% кремнистой породы. Добавка раствора соапстока положительно влияет на основные свойства композиционного вяжущего. Аморфный кремнезем, растворяясь в щелочном растворе соапстока, образует раствор жидкого стекла в самой композиции, который, будучи свежеприготовленным, благоприятно воздействует на прочность, водостойкость, огнеупорность и др. свойства. Введение 10% соапстока позволяет уменьшить расход силикат-глыбы на 7% от общей массы композиции, а в пересчете к содержанию БСН она составляет 28%.

Наши предварительные исследования подтвердили, что разработанное нами композиционное вяжущее может быть использовано для производства на его основе различных материалов и изделий: стеновые керамзитобетонные блоки для малоэтажного строительства с использованием в качестве заполнителя керамзита местного производства; жаростойкие бетоны для тепловых агрегатов с температурой эксплуатации 800–1000°C в зависимости от состава и др.

Список литературы

1. Айлер Р. Химия кремнезема: пер. с англ. – М.: Мир, 1982. Ч. 1–2. – 1128 с.
2. Григорьев П.Н., Матвеев М.А. Растворимое стекло. – М., 1956. – 413 с.
3. Жаростойкий бетон на основе композиций из природных и техногенных стекол / Ю.П. Горлов, А.П. Меркин, М.И. Зейфман, Б.Д. Тотурбиев. – М.: Стройиздат, 1986. – 144 с.

4. Кремнистые породы СССР / У.Г. Дистанова и др. – Казань: Татарское книжное изд-во, 1976. – 412 с.

5. Тарасова А.П. Жаростойкие вяжущие на жидком стекле и бетоны на их основе. – М.: Стройиздат, 1982. – 133 с.

6. Тотурбиев Б.Д. Строительные материалы на основе силикат-натриевых композиций. – М.: Стройиздат, 1988. – 208 с.

7. Теплоизоляционный пенобетон неавтоклавногo твердения на бescementном композиционном вяжущем / Б.Д. Тотурбиев, Б.Г. Печеный, З.А. Мантуров, А.Б. Тотурбиев. – Махачкала: ДНЦ РАН, 2006. – 154 с.

References

1. Iler R. Himija kremnezema [Silicon dioxide chemistry]. Moscow: Mir, 1982, Part 1–2, 1128 p.

2. Grigor'ev P.N., Matveev M.A. Rastvorimoe steklo [Soluble glass]. Moscow, 1956, 413 p.

3. Zharostoykiy beton na osnove kompozitsiy iz prirodnykh i tekhnogennykh stekol [Refractory concrete on the basis of compositions from natural and technogenic glasses] / Yu.P. Gorlov, A.P. Merkin, M.I. Zeyfman, B.D. Toturbiev. Moscow: Stroyizdat, 1986. 144 p.

4. Kremnistye породы SSSR [Siliceous breeds of the USSR] / U.G. Distanova i dr. Kazan', Tatarskoe knizhnoe izd-vo, 1976, 412 p.

5. Tarasova A.P. Zharostoykiye vyazhushchiye na zhidkom stekle i betony na ikh osnove [Heat-resisting knitting on a water glass and concrete on their basis]. Moscow: Stroyizdat, 1982, 133 p.

6. Toturbiev B.D. Stroitelnyye materialy na osnove silikat-natriyevykh kompozitsiy [Building materials on a basis silicate-sodium compositions]. Moscow: Stroyizdat, 1988, 208 p.

7. Toturbiev B.D., Pechenyj B.G., Manturov Z.A., Toturbiev A.B. Teploizoljacionnyj penobeton neavtoklavnogo tverdenija na bescementnom kompozicionnom vjazhuwem [Heat-insulating foam concrete non-autoclave of concreting on non-cement composition astringent]. Mahachkala: DNTC RAN, 2006, 154 p.

Рецензенты:

Багаев Д.К.-С., д.т.н., профессор, академик АН ЧР, директор КНИИ им. Х.И. Ибрагимова РАН, зав. кафедрой Грозненского государственного нефтяного технического университета им. акад. М.Д. Миллионщикова, г. Грозный;

Багдалов М.М., д.т.н., профессор кафедры АД и А ФГБОУ ВПО «МФ МАДГТУ», член-корр. РААСН, г. Махачкала.

Работа поступила в редакцию 24.08.2012.

УДК 66.021.2.065.5

КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ПРИМЕСЕЙ ИЗ СУСПЕНЗИЙ ОРГАНИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ

Орехов В.С., Леонтьева А.И.

*ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет»,
Тамбов, e-mail: htov@rambler.ru*

Представлены результаты исследования процессов изогидрической кристаллизации органических продуктов и водорастворимых примесей с кристаллизацией с изменением свойств растворителя (высаливанием). Приведены данные по равновесным концентрациям компонентов примесей и целевого вещества в диапазоне температур от 4 до 35 °С в суспензиях органических веществ, таких как R-соль, п-фенилендиамин, Г-соль, ДС-кислота, Белофор КД-2, нитродиазоксид. Исследовано влияние скорости охлаждения раствора и введения высаливающего агента на размер образующихся кристаллов целевого вещества и примесей. Предложены рекомендации по изменению технологических параметров процесса выделения (кристаллизации) на основании данных по равновесным концентрациям компонентов, и влиянию скорости охлаждения и введения высаливающего агента на формирование условий, максимально влияющих на кинетику роста частиц целевого вещества и примесей. Изменение конечной температуры раствора, скорости охлаждения и подачи высаливающего агента позволит регулировать размеры частиц целевого продукта и примесей.

Ключевые слова: водорастворимые примеси, высаливание, изогидрическая кристаллизация, органический продукт, равновесная концентрация

CRYSTALLIZATION OF WATER-SOLUBLE ORGANIC IMPURITIES FROM SUSPENSIONS OF PRODUCTS

Orehov V.S., Leonteva A.I.

FGBOU VPO «Tambov State Technical University», Tambov, e-mail: htov@rambler.ru

The results of the study of crystallization processes izogidricheskoy organic products and water-soluble impurities from the crystallization of a change in the properties of the solvent (salting out). The data on the equilibrium concentrations of components and impurities of the target substance in the temperature range from 4 to 35 °C in suspensions of organic substances such as R-salt, p-phenylenediamine, Mr. Salt, DL-acid Belophor CD-2, nitrodiazoksid. The effect of cooling rate of the solution, and the introduction of salting out agent on the size of the formed crystals of the target substances and contaminants. Recommendations for changes in process parameters selection (crystallization) on the basis of data on the equilibrium concentrations of components, and the effect of cooling rate and the introduction of salting out agent on the formation conditions of the maximum impact on the growth kinetics of particles and impurities of the target substance. Change the final solution temperature, cooling rate and feed salting out agent will adjust the dimensions of the particles of the desired product and impurities.

Keywords: water-soluble primesti, salting, izogidricheskaya crystallization, organic product, the equilibrium concentration

Качество органических продуктов, имеющих хорошую растворимость в воде, таких как производные стильбена, нафталина, пиразолона и т.д., в значительной степени определяются процессом выделения кристаллизацией целевого компонента. В суспензиях органических веществ в качестве побочных продуктов синтеза присутствуют водорастворимые примеси, также кристаллизующиеся при понижении температуры реакционной массы. Удаление примесей из твердой фазы целевого продукта трудоемко и в основном связано с процессами инерционного, сегрегационного или ситового разделения твердых частиц примесей и целевого вещества, отличающихся по массе или по размерам [3, 4]. Поэтому для снижения содержания примесей в целевом продукте необходимо подобрать технологические режимы процесса кристаллизации, при которых будет сформировано условие максимального

выделения кристаллов целевого вещества и минимальное примесей.

Основными технологическим параметрами процесса кристаллизации, влияющими на форму и размер кристаллов, являются скорость охлаждения (для изогидрической кристаллизации), скорость подачи «высаливающего агента» (для кристаллизации с изменением свойств растворителя) и гидродинамический режим в аппарате [5]. Полнота извлечения целевого вещества и формирование кристаллической структуры примесей зависит от конечной температуры и наличия в растворителе веществ, обеспечивающих избирательное снижение растворимости отдельного компонента раствора [2].

Выбор технологических параметров процесса кристаллизации, обеспечивающего максимальный выход по целевому продукту и минимальную концентрацию примесей в твердом виде, можно представить

в следующем виде [1], для изогидрической кристаллизации (1), для кристаллизации с изменением свойств растворителя (2)

$$\left\{ \begin{array}{l} \vec{C}_{ц}^т \xrightarrow{\Phi_{[l]}} \max \\ \vec{C}_{ц}^ж \xrightarrow{\Phi_{[l]}} \min \\ \vec{C}_{пр}^т \xrightarrow{\Phi_{[l]}} \min \\ \vec{C}_{пр}^ж \xrightarrow{\Phi_{[l]}} \max \\ T \in (T_{\min}; T_{\max}) \end{array} \right. \quad (1)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \vec{C}_{ц}^т \xrightarrow{\Phi_{[l]}} \max \\ \vec{C}_{ц}^ж \xrightarrow{\Phi_{[l]}} \min \\ \vec{C}_{пр}^{тв} \xrightarrow{\Phi_{[l]}} \min \\ \vec{C}_{пр}^ж \xrightarrow{\Phi_{[l]}} \max \\ m_{[3]_{xp}} \in (m_{xp\min}; m_{xp\max}) \end{array} \right. \quad (2)$$

где $\vec{C}_{ц}^т$ – концентрация целевого вещества в твердой фазе; $\vec{C}_{ц}^ж$ – концентрация целевого вещества в жидкой фазе; $\vec{C}_{пр}^т$ – концентрация примесей в твердой фазе; $\vec{C}_{пр}^ж$ – концентрация примесей в жидкой фазе; $T \in (T_{\min}; T_{\max})$ – рабочие температуры процесса находятся в допустимом по технологическим условиям диапазоне; $m_{xp} \in (m_{xp\min}; m_{xp\max})$ – изменение массы химического реагента в результате проведения процесса выделения находятся в до-

пустимом по технологическим условиям диапазоне.

При решении задачи (1, 2) необходимо получить зависимости для определения концентраций целевого компонента и примесей в конкретном выражении. Данные по растворимости отдельных компонентов в сложных растворах в литературных источниках ограничены и для большинства суспензий органических веществ отсутствуют. Для исследуемых суспензий равновесные концентрации целевого вещества и примесей были определены экспериментально.

Определение равновесных концентраций компонентов, входящих в исследуемые суспензии органических веществ, вели в изотермических условиях.

Конечная температура процесса выделения будет определять:

- полноту выделения целевого компонента в твердом виде (выход по стадии);
- количество примесей, находящихся в твердом виде (равновесная концентрация водорастворимых солей с уменьшением температуры снижается);

Для выбора конечной температуры процесса выделения (кристаллизации) необходимо для каждого органического продукта определить значения равновесных концентраций целевого вещества и водорастворимых примесей от температуры.

Для Р-соли и *n*-фенилендиамина (ПФД), выделяемых в результате проведения изогидрической кристаллизации, значения равновесных концентраций целевого вещества и водорастворимых солей при фиксированном гидродинамическом режиме в диапазоне температур от 4 до 35°C приведены в табл. 1.

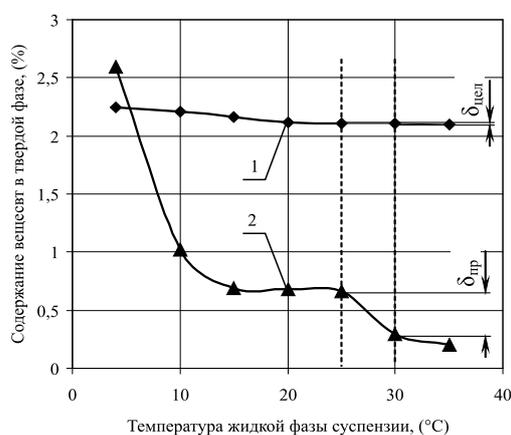
Таблица 1

Данные по равновесным концентрациям веществ в суспензиях органических продуктов, выделяемых изогидрической кристаллизацией

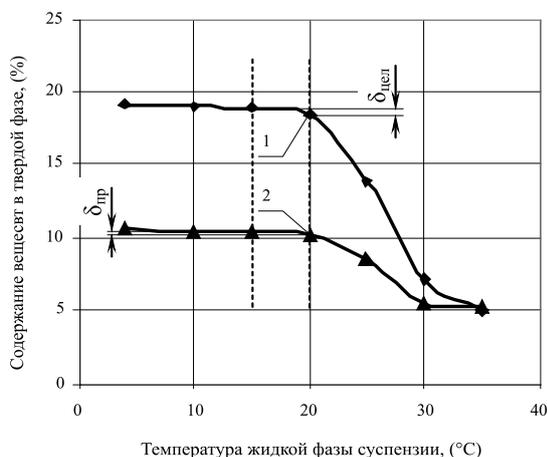
Наименование суспензии	Состав суспензии	Содержание вещества в жидкой фазе суспензии при температуре, %						
		4	10	15	20	25	30	35
Суспензия Р-соли	Р-соль	0,05	0,09	0,014	0,18	0,19	0,195	0,198
	NaCl	11,6	11,6	11,6	11,6	11,6	11,6	11,6
	KCl	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
	Na ₂ SO ₄	3,4	4,98	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3
	HCl	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
	H ₂ SO ₄	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
	К-та Шеффера	0,023	0,023	0,03	0,035	0,06	0,43	0,52
Суспензия ПФД	NaCl	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56
	FeCl ₂	3,48	3,48	3,48	3,48	3,48	3,48	3,48
	HCl	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
	Орг. прим.	2,29	2,47	2,58	2,65	4,43	7,46	7,54
	ПФД	0,47	0,51	0,69	1,17	5,71	12,44	14,57

Из анализа результатов (табл. 1 и рис. 1) видно, что для суспензии Р-соли целесообразно конечную температуру кристаллизации повысить с 25 до 30 °С, при этом равновесная концентрация целевого компонента уменьшается на 0,05 %, а у кислоты

Шеффера, являющейся основной органической примесью, равновесная концентрация возрастает на 0,37 %. В результате выход по стадии разделения уменьшится на 2,5 %, а содержание целевого компонента в твердом готовом продукте возрастает на 11,7 %.



а



б

Рис. 1. Зависимость содержания в твердой фазе целевого компонента (1), суммы водорастворимых примесей (2); от температуры:
а – в суспензии Р – соли; б – в суспензии парафенилендиамина ($\delta_{пр}$ – изменение равновесной концентрации водорастворимых примесей при изменении температуры суспензии на 5 °С; $\delta_{цел}$ – изменение равновесной концентрации целевого компонента при изменении температуры суспензии на 5 °С)

Конечную температуру кристаллизации для суспензии ПФД необходимо понизить с 20 до 15 °С, при этом содержание ПФД в растворенном виде снижается на 4,54 %, а концентрация органических примесей уменьшается на 0,07 %, что дает увеличение степени извлечения целевого компонента на 4,5 % с незначительным возрастанием содержания твердых примесей в готовом продукте на 0,3 %.

В процессе выделения органических продуктов кристаллизацией с изменением свойств растворителя конечная температура суспензии также влияет на равновесную растворимость компонентов раствора, поэтому для определения оптимальной температуры конца процесса кристаллизации были определены значения равновесных концентраций целевого вещества и примесей с учетом присутствия в суспензии «высаливающего» агента, которые представлены в табл. 2.

Для целевого компонента суспензий (табл. 2) характерна неявная зависимость

равновесной концентрации от температуры (рис. 2), снижение которой ведет к увеличению содержания примесей в твердом виде как органического, так и неорганического происхождения.

Исследования влияния гидродинамического режима процесса кристаллизации на размер образующихся частиц целевого вещества и примесей проводили с использованием турбинной мешалки открытого типа с предельными значениями критерия Рейнольдса $Re_{пер}^{min}$ и $Re_{пер}^{max}$, в соответствии с рекомендуемой областью применения данного типа перемешивающего устройства и свойств перемешиваемой суспензии, в цилиндрическом аппарате с отношением высоты к диаметру 1:1.

При исследовании влияния скорости перемешивания на размеры кристаллов для изогидрической кристаллизации скорость охлаждения раствора принимали 21 град/ч.

Результаты анализа гранулометрического состава целевых продуктов Р-соли и *n*-фенилендиамина приведены в табл. 3.

Таблица 2

Равновесные концентрации веществ в растворе органических продуктов в зависимости от температуры

Наименование суспензии	Состав суспензии	Содержание вещества в твердой фазе суспензии при температуре, %				
		10°C	20°C	30°C	40°C	50°C
Г-соль	Целевой компонент	3,79	3,76	3,75	3,7	3,66
	KCl(выс. аг.)	0	0	0	0	0
	K ₂ SO ₄	1,34	0,12	0,018	0	0
	HCl	0	0	0	0	0
	H ₂ SO ₄	0	0	0	0	0
	P-соль	0,07	0,042	0,01	0	0
	Ки-та Шеф.	0,12	0,115	0,11	0,108	0,09
ДС-кислота	Целевой компонент	5,101	4,98	4,84	4,54	4,12
	NaCl(выс. аг.)	0	0	0	0	0
	HCl	0	0	0	0	0
	CH ₃ COOH	0	0	0	0	0
	Орг. Прим	0,86	0,68	0,51	0,45	0,44
Белофор КД-2	Целевой компонент	9,65	9,65	9,56	9,25	8,54
	KCl	0	0	0	0	0
	Na ₂ SO ₄ (выс. аг.)	0	0	0	0	0
	KHCO ₃	0	0	0	0	0
	Na ₂ PO ₄	0	0	0	0	0
	NaOH	0	0	0	0	0
	Орг. Прим.	0,98	0,85	0,78	0,69	0,25
Нитродиазоксид	Целевой компонент	9,44	9,41	9,35	9,24	9,16
	H ₂ SO ₄	0	0	0	0	0
	HNO ₃	0	0	0	0	0
	Мин. примеси	0,011	0,098	0,45	0,78	0,85
	Орг. примеси	0,01	0,08	0,09	0,11	0,12

Увеличение интенсивности перемешивания мало влияет на скорость роста кристаллов для целевого вещества в суспензии Р-соли, в значительной мере способствует увеличению скорости зародышеобразования, а для водорастворимых примесей ускоряет процесс роста кристаллов. Для суспензии п-фенилендиамина увеличение скорости перемешивания оказывает значительное влияние на процесс роста образовавшихся кристаллов целевого вещества и мало влияет на скорость процесса зародышеобразования, для водорастворимых примесей способствует как увеличению кинетики процессов зародышеобразования, так и роста кристаллов.

Влияние скорости перемешивания и подачи «высаливающего» агента на размер целевого вещества и их дисперсность для рассматриваемых органических продуктов определялось экспериментально.

Скорость подачи «высаливающего» агента

$$W_{пр} = \frac{M_{пол}^{вв}}{k_3 \cdot \tau_{лим}}, \quad (3)$$

где $M_{пол}^{вв}$ – масса высаливающего вещества; $\tau_{лим}$ – время проведения стадии выделения органического вещества; k_3 – коэффициент, характеризующий степень сокращения времени высаливания органических продуктов относительно максимально возможного.

При определении влияния скорости подачи «высаливающего» реагента и гидродинамического режима в аппарате на гранулометрический состав частиц целевого вещества скорость подачи «высаливающего» агента рассчитывалась по зависимости (3) при $k_3 = 1; 1/3; 1/6$. Гидродинамический режим в аппарате-выделителе принимался в определенном диапазоне значений критерия Re, характерном для выбранного типа перемешивающего устройства. Результаты экспериментальных исследований приведены в табл. 4.

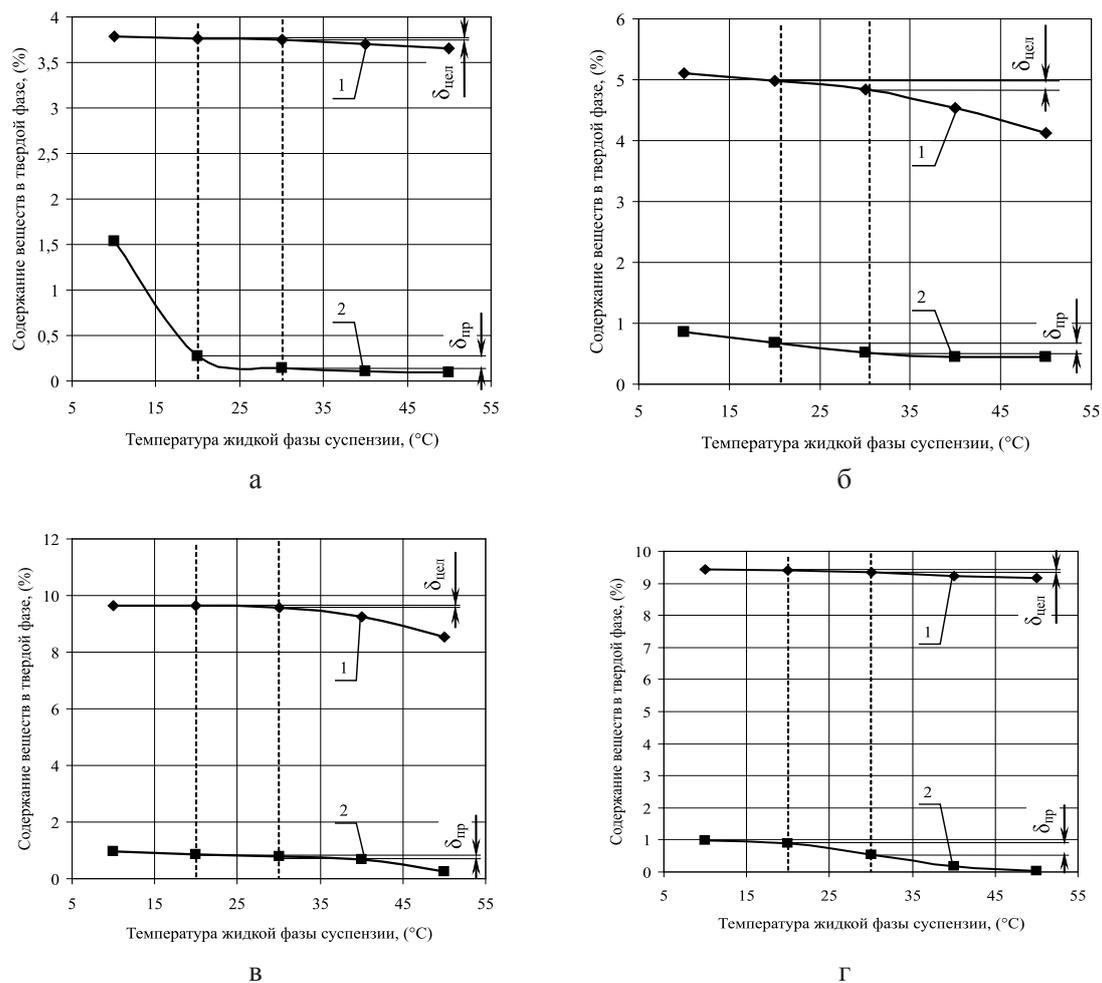


Рис. 2. Зависимость содержания в твердой фазе целевого компонента (1), водорастворимых примесей (2), от температуры; а – в суспензии Г – соли; б – в суспензии ДС – кислоты; в – в суспензии белофора КД-2; г – в суспензии нитродиазоксида

Таблица 3

Влияние скорости перемешивания на гранулометрический состав целевых продуктов

№ п/п	Диапазон, мкм	Р-соль		п-фенилендиамин	
		$Re_{пер}^{max}$	$Re_{пер}^{min}$	$Re_{пер}^{max}$	$Re_{пер}^{min}$
<i>Целевое вещество</i>					
1	5–50	0,05	0,02	0,04	0,06
2	50–250	0,8	0,55	0,32	0,36
3	250–500	0,1	0,32	0,41	0,39
4	500–1000	0,04	0,1	0,11	0,09
5	1000–2000	0,01	0,01	0,12	0,10
6	Средний диаметр	203	293	465	419
<i>Примеси</i>					
7	0,5–2	0,7	0,45	0,29	0,18
8	2–10	0,21	0,37	0,26	0,32
9	10–20	0,09	0,16	0,41	0,42
10	20–40	0	0,02	0,04	0,08
11	Средний диаметр	3,5	6	9	11

Таблица 4

Средний размер частиц твердой фазы для органических продуктов, выделяемых кристаллизацией с изменением свойств растворителя

Наименование вещества		$Re_{пер}^{max}$	$Re_{пер}^{min}$	Средний размер частиц d , мкм					
				При перемешивании с $Re_{пер}^{max}$			При перемешивании с $Re_{пер}^{min}$		
				1	2	3	4	5	6
				$k_3 = 1$	$k_3 = 1/3$	$k_3 = 1/6$	$k_3 = 1$	$k_3 = 1/3$	$k_3 = 1/6$
Г-соль	ц.в.	3250	254	796	364	327	823	378	305
	Прим.			16	13	9	18	14	9
ДС-кислота	ц.в.	2780	360	520	423	254	785	568	375
	Прим.			124	94	82	149	105	98
Белофор КД-2	ц.в.	2540	380	912	456	212	856	423	125
	Прим.			201	177	154	234	212	187
Нитродиазоксид	ц.в.	3145	456	325	294	255	315	289	245
	Прим.			48	44	41	84	81	78

Уменьшение скорости подачи «высаливающего» вещества снижает значения степени пересыщения C_T/C_0 , что приводит к значительному снижению скорости зародышеобразования и незначительному уменьшению скорости роста кристаллов.

Увеличение скорости перемешивания для белофора КД-2 и нитродиазоксида приводит к увеличению среднего размера частицы (превалирует скорость роста кристаллов по отношению к скорости зародышеобразования), для кристаллов Г-соли и ДС-кислоты наблюдается обратная зависимость.

Для кристаллов Г-соли увеличение скорости подачи «высаливающего» реагента и скорости перемешивания суспензии приводит к увеличению диапазона по их гранулометрическому составу.

Для нитродиазоксида увеличение скорости подачи «высаливающего» агента увеличивает количество кристаллов продукта с размерами, близкими к размеру зародышей. Влияние изменения скорости перемешивания на распределение частиц по размеру для нитродиазоксида не было выявлено.

Предлагаемый подход к формированию выбора технологических параметров процесса выделения органических веществ совместно с выделением в твердом виде растворимых примесей позволяет при наличии данных по равновесным концентрациям веществ в растворе определить конечную температуру процесса кристаллизации, а с учетом данных по влиянию скорости перемешивания суспензии и придачи «высаливающего» агента сформировать разницу размеров частиц целевого вещества и примесей, обеспечивающую их надежное разделение. Выбор конечной температуры процесса, скорости перемешивания и подачи высаливающего агента по предложенной методике позволит обеспечить требуемую степень чистоты готового продукта.

Список литературы

1. Веригин А.Н., Шупляк И.А., Михалев М.Ф. Кристаллизация в дисперсных системах: Инженерные методы расчета. – Л.: Химия, 1986. – 248 с.
2. Фракционная кристаллизация с частичной рециркуляцией маточника / Н.И. Гельперин, Г.А. Носов, Г.Н. Саргсян, Р.Ш. Баншац // Химия и химическая технология, 1985. – № 5. – с. 105–108.
3. Исследование влияния технологических и физико-химических процессов на качество порошков: Отчет п/я В-2344.-Инв. № 12001. – Пермь.
4. Малиновский В.А. Селективное извлечение гидрофобных и гидрофобизированных частиц и некоторых поверхностно-активных веществ пенной сепарацией // ДАН СССР. – 1961. – т. 141. – р 2.
5. Матусевич Л.Н. Кристаллизация из растворов в химической промышленности. – М.: Химия, 1968. – 304 с.: ил.; 22 см. – 1.29 р.

References

1. Verigin A.N., Shchuplyak I.A., Mikhalev M.F. Kristallizatsiya v dispersnykh sistemakh: Inzhenernye metody rascheta. L.: Khimiya, 1986. 248 p.
2. N.I. Gelperin, G.A. Nosov, G.N. Sargsyan, R.SH. Banshats Fraktsionnaya kristallizatsiya s chastichnoy retsirkulyatsiyey matochnika. – Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya, 1985, no. 5. pp. 105–108
3. Issledovanie vliyaniya tekhnologicheskikh i fiziko-khimicheskikh protsessov na kachestvo poroshkov: Otchet p/ya V-2344.-Inv. no. 12001. Perm.
4. Malinovskii V. A., Selektivnoe izvlechenie gidrofobnykh i gidrofobizirovannykh chastits i nekotorykh poverkhnostno-aktivnykh veshchestv pennoy separatsiyey, DAN СССР, 1961, t. 141, p 2.
5. Matusевич L.N. Kristallizatsiya iz rastvorov v khimicheskoi promyshlennosti. – M.: Khimiya, 1968. 304 p.: il.; 22 sm.

Рецензенты:

Ткачев А.Г., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Техника и технологии производства нанопродуктов» ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов;

Килимник А.Б., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Химия» ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов.

Работа поступила в редакцию 14.08.2012.

УДК 539.3

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТИ КРАТКОВРЕМЕННОЙ ПОЛЗУЧЕСТИ ТИТАНОВОГО СПЛАВА VT1-0 ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ В ВОЗДУХЕ, ВОДОРОДЕ И АЗОТЕ

Смирнов С.В., Замаев Л.М., Матафонов П.П.

*Институт машиноведения Уральского отделения Российской академии наук,
Екатеринбург, e-mail: ges@imach.uran.ru*

Проведены экспериментальные исследования деформации стандартных образцов из титанового сплава VT 1-0 в условиях ступенчатого нагрева до температур 1100 °С и действия растягивающих напряжений ниже предела текучести (до 9,36 МПа) в воздухе, водороде и азоте. В экспериментах измеряли удлинение образцов на каждом этапе нагрева. На основании полученных данных построены диаграммы удлинения образцов при температурах от 400 до 1100 °С в зависимости от величины растягивающих напряжений. По диаграммам определены значения температуры начала деформации в условиях кратковременной ползучести, рассчитаны скорости ползучести. Полученные значения скоростей ползучести (v) были подвергнуты нелинейному регрессионному анализу в программном комплексе Statistica v. 8.0. В результате для реализованных напряжений нагрузки ($\sigma = 1,99; 4,45; 6,91$ и $9,36$ МПа) и температур нагрева (t) от 400 до 1100 °С получена следующая аппроксимирующая зависимость $v = a \exp(b t)$, 1/с. Эмпирические коэффициенты a и b в формуле для исследованных газовых сред и значений напряжения растяжения приведены в таблице в тексте статьи. Величина достоверности аппроксимации составляет не менее 0,84.

Ключевые слова: титановый сплав, кратковременная ползучесть, влияние газовых сред, предел ползучести, скорость ползучести

COMPARATIVE RESEARCH OF SHORT-TERM CREEP RATE OF TITANIC ALLOY VT1-0 AT THE HIGH TEMPERATURES IN AIR, HYDROGEN AND NITROGEN

Smirnov S.V., Zamaraev L.M., Matafonov P.P.

*URAL BRANCH OF Russian Academy Of Sciences Institute Of Engineering Science,
Ekaterinburg, e-mail: ges@imach.uran.ru*

Experimental research of deformation of standard samples from a titanium alloy VT 1-0 in a stepwise heating up to temperatures of 1100 °C and the action of tensile stresses below the yield strength (up to 9,36 MPa) have been carried out in air, hydrogen and nitrogen. The elongations of the samples at each stage of heating have been measured in the experiments. On the basis of the received data the elongation diagrams of samples are constructed at temperatures from 400 to 1100 °C depending on the magnitude of tensile stress. Values of temperature of the beginning of deformation in the conditions of short-term creep are determined and creep speed are calculated by the diagrams. The received values of creep speed (v) have been subjected to the nonlinear regression analysis in the software package Statistica v. 8.0. As a result for the realized tension of loading ($\sigma = 1,99; 4,45; 6,91$ and $9,36$ MPa) and temperatures of heating (t) from 400 to 1100 °C the following approximating dependence is received. $v = a \exp(b t)$, 1/second Empirical coefficients a, b in the formula for the investigated gaseous media and tensile stress values are given in the table in text of article. The value of the reliability of approximation makes not less than 0,84.

Keywords: titanium alloy, short-term creep, influence of gas media, tensile creep, creep speed

Титан и его сплавы, инертные в условиях нормальных температур, проявляют высокую химическую активность при нагреве в ряде газовых сред, к которым также относятся водород, азот и воздух. Температура нагрева и состав газовой среды оказывает значительное влияние на его механические свойства [4–6].

Водород образует с титаном твердые растворы внедрения и гидрид титана TiH_2 . При температуре выше 320 °С гидрид титана полностью растворяется в титане и переходит в твердый раствор с содержанием водорода до 1,5%. С понижением температуры ниже 200 °С растворимость водорода в альфа-фазе титана резко падает, составляя при комнатной температуре 0,0029%. Особенно велико снижение растворимости в диапазоне температур 100–150 °С. В технически чистом титане при охлаждении ниже этих температур выделяется гидрид TiH_2 . При закалке гидрид выделяется в виде высокодисперсных частиц, а при медленном охлаждении – в виде пластинок [1, 4–6].

Диффузия ионов азота вглубь титана при температурах ниже 550 °С протекает медленно, но резко активизируется при 700 °С. При 800–1000 °С появляется тонкий нитридный слой [7]. Кислород воздуха при температурах ниже 300 °С образует с титаном соединения типа Ti_3O_5 , при температурах 400–800 °С образуется преимущественно рутил TiO_2 , а при температурах выше 800 °С обнаружены оксиды TiO и Ti_2O_3 [2, 3].

Соединения, полученные при нагреве титана в воздушной, азотной и водородной средах, оставаясь в нем после его охлаждения, значительно ухудшают его пластичность и повышают склонность к охрупчиванию. Этот вопрос подробно изучен и описан в научно-технической литературе. Вместе с тем исследования, проведенные при наводороживании титана и его сплавов, показали аномальное увеличение пластичности и снижение сопротивления деформации металла при повышенных температурах (до 1000 °С) [1, 6]. В частности, в работе [1] изучено влияние водорода на сопротивление де-

формации и пластичность титанового сплава ВТ 1-0 при активной пластической деформации до 500 МПа в интервале температур от 300 до 700°С. Установлено, что предел текучести наводороженного сплава во всем исследованном интервале температур ниже, чем у титана в исходном состоянии. При этом для наводороженного сплава с ростом температуры он возрастает не монотонно, а имеет экстремальный характер и наличие обнаруженных аномалий хорошо коррелируется с положением фазовых границ диаграммы состояния Ti-H. В отличие от активной деформации механические свойства титана в условиях ползучести в газовых средах изучены недостаточно, а сведения в литературных источниках часто являются противоречивыми. Так, по мнению авторов работ [5] предварительное внедренный водород приводит к увеличению времени разрушения и уменьшению скорости установившейся ползучести и предельной деформации образцов ВТ6 при ползучести при температуре 600°С и номинальных напряжениях 47–217 МПа. В то же время имеются сведения, что при более высоких температурах водород неоднозначно влияет на скорость деформации при ползучести [4]. Влияние азота рассматривается преимущественно в аспекте повышения эффективности азотирования для увеличения прочности и долговечности изделий из титановых сплавов в условиях повышенных температур. Результаты целенаправленных исследований влияния газообразного азота на их ползучесть в доступной литературе отсутствуют. В связи со сказанным выше целью выполненной работы было провести сравнительные исследования закономерностей влияния величины растягивающих напряжений и температуры испытаний на скорость ползучести титанового сплава ВТ1-0 в водороде, азоте и воздухе.

Материалы и методы исследований

В статье исследована кратковременная ползучесть титанового сплава ВТ 1-0 при нагреве от 400 до 1100°С на воздухе и в средах водорода и азота. При более высоких температурах минимальная нагрузка вызывает деформацию образца с экспоненциально нарастающей скоростью и проведение измерений становится невозможным. Все приведенные в статье результаты соответствуют условиям ползучести, так как они проводились при напряжениях существенно меньших, чем предел текучести (максимальное значение напряжений в проведенных исследованиях не превышало 9,36 МПа, в то время как условный предел текучести [6] ВТ 1-0 даже при температуре 850°С не меньше 15 МПа). Экспериментальные исследования проводились на специализированном стенде, позволяющем определять удлинение образцов при их фиксированном нагреве пропуском электрического тока в условиях постоянно действующих механических напряжений растяжения в различных газовых средах [7]. Давление газа в рабочей камере, где проводили испытания, во всех экспериментах составляло 0,5 МПа.

В экспериментах использовали стандартные цилиндрические образцы с размерами рабочей части: длина 30 мм и диаметр 5 мм. Химический состав сплава (Ti – основа; Al – 0,028%; Si – 0,002%;

Fe – 0,036%; C – 0,008%; O₂ – 0,115%; H₂ – 0,003%; Cr + Mn – 0,012%; Cu + Ni – 0,015%) был определен на приборе Spectromax.

Испытания образцов проводили при ступенчатом нагреве от 400 до 1100°С с интервалом 50°С. Периоды нагрева чередовались с паузами, когда температура образца поддерживалась постоянной. Фиксированный вес нагрузки составлял 4,0; 8,92; 13,84 и 18,76 кг, что в пересчете на начальные размеры поперечного сечения образца соответствовало напряжению $\sigma = 1,99; 4,45; 6,917$ и $9,36$ МПа. В процессе проведения испытаний диаграммы удлинения образцов строили на основании данных, непрерывно фиксируемых датчиком линейного перемещения.

Анализ диаграмм показал, что при заданной величине нагрузки при нагреве до некоторой температуры t_i изменение удлинения образцов в паузе не происходит. После контрольного охлаждения образцов было установлено, что они восстанавливают свои исходные размеры. При более высоких температурах удлинение образца происходит и в периоды выдержки, и при контрольном охлаждении этих образцов наблюдается необратимое остаточное удлинение, обусловленное кратковременной ползучестью.

В периоды выдержки при постоянной температуре среднюю скорость ползучести (пластическое удлинение образцов) рассчитывали по формуле:

$$V = \frac{\Delta \epsilon_i}{\Delta t_i}, 1/c \quad (1)$$

где Δt_i – время паузы, с; $\Delta \epsilon_i$ – относительное удлинение образца на стадии выдержки.

Величину $\Delta \epsilon_i$ рассчитывали по формуле

$$\Delta \epsilon_i = \frac{L_i - L_{i-1}}{L_{i-1}}, \quad (2)$$

где $i = 0...n$ – номер паузы, на которой происходит выдержка образца при постоянной температуре; L_i, L_{i-1} , мм – длина рабочей части образца после окончания и до начала паузы соответственно.

Результаты исследований и их обсуждение

В качестве примера полученных результатов на рис. 1 и 2 приведены данные о зависимости скорости ползучести образцов от температуры в экспериментах с минимальным (1,99 МПа) и максимальным (9,36) значениями номинального напряжения растяжения.

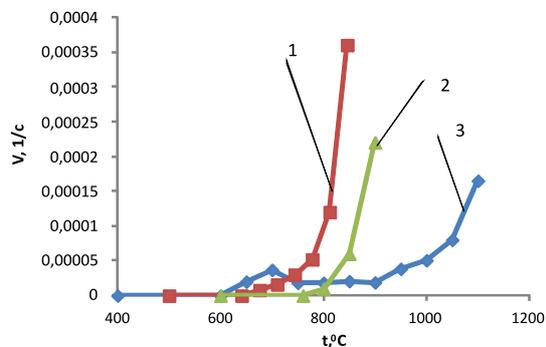


Рис. 1. Зависимость скорости ползучести от температуры при испытаниях в среде различных газов при величине номинального напряжения растяжения 1,99 МПа: 1 – азот; 2 – воздух; 3 – водород

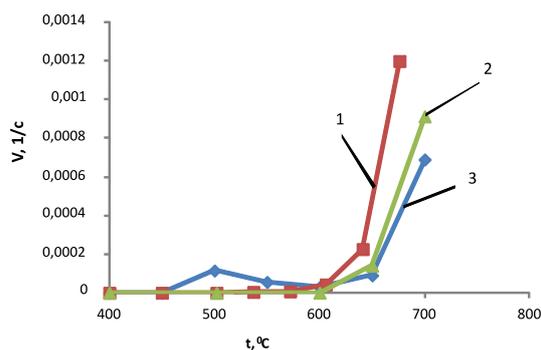


Рис. 2. Зависимость скорости ползучести от температуры при испытаниях в среде различных газов при величине номинального напряжения растяжения 9,39 МПа: 1 – азот; 2 – воздух; 3 – водород

На представленных рисунках можно в общем случае выделить 4 характерных темпера-

турных диапазона: при $t < t_1$ явление ползучести не наблюдается; при $t_1 < t < t_2$ ползучесть возникает и ее скорость увеличивается вплоть до температуры t_3 , где она достигает некоторого максимума, после чего в диапазоне температур $t_2 < t < t_3$ снижается, а затем стабилизируется, но при температуре выше t_4 начинает резко возрастать и небольшое повышение температуры вызывает интенсивную деформацию и разрушение образца. Наличие всех характерных температурных диапазонов наблюдается только при ползучести сплава в водородной среде. При испытаниях в азоте и воздухе температурный диапазон временного увеличения скорости ползучести отсутствует. При испытаниях в воздухе и азоте скорость ползучести с увеличением температуры нагрева увеличивается постепенно вплоть до температуры t_4 . Как видно из табл. 1 значения характерных температур зависят от величины приложенного напряжения растяжения и среды испытания.

Таблица 1

Характерные температуры изменения скоростей ползучести

Среда	σ , МПа	t_1	t_2	t_3	t_4
Водород	1,996	600	750	900	1100
	4,45	550	650	850	1000
	6,91	500	600	750	850
	9,36	450	500	610	700
Азот	1,996	640	-	-	850
	4,45	610	-	-	800
	6,91	540	-	-	720
	9,36	500	-	-	680
Воздух	1,996	760	-	-	900
	4,45	700	-	-	850
	6,91	650	-	-	750
	9,36	600	-	-	700

Период кратковременной ползучести титанового сплава ВТ1-0 в среде водорода наступает при более низких температуре t_1 , чем в остальных средах. Однако из-за немоного характера зависимости скорости ползучести от температуры испытаний ее интенсивное увеличение при температуре t_4 наступает в среде водорода позже, чем в средах азота и воздуха. Также в водороде в меньшей степени, чем в азоте и воздухе, скорость ползучести зависит от температуры. Значения t_2 и t_3 снижаются при увеличении нагрузки. Во всех исследованных средах при увеличении нагрузки скорость ползучести возрастает.

Качественно характер изменения скорости ползучести в водороде хорошо согласуется с результатами исследований предела текучести, полученными в работе [3]. При этом границы интервалов роста, снижения и последующего роста скорости ползучести сдвигаются в область высоких температур и имеют более выраженный характер. Можно предположить, аномальный характер изменения скорости ползучести при нагреве образцов в среде водорода, так же как и в экспериментах [1], связан, по-видимому, с изменением фазового состояния наводороженного титана.

Данные, полученные в процессе исследований скорости ползучести при различных нагрузках в различных средах, были подвергнуты нелинейному регрессионному анализу в программном комплексе Statistica v. 8.0.

В результате для исследуемых газовых сред и напряжений (σ) в интервале температур монотонного возрастания скорости ползучести получена следующая аппроксимирующая зависимость

$$v = a \exp(b t), 1/c \quad (3)$$

где a , b , c – эмпирические коэффициенты аппроксимации.

Величина достоверности аппроксимации R^2 в приведенных зависимостях составляет не менее 0,84. Эмпирические коэффициенты в формуле (3) приведены в табл. 2.

Заключение

Анализ полученных результатов позволил установить ряд фактов и закономерностей кратковременной ползучести сплава ВТ 1-0 при испытаниях в исследованных средах.

1. В среде водорода режим кратковременной ползучести достигается при более низких,

чем в азоте и на воздухе, температурах. Однако из-за немонотонности зависимости скорости ползучести сплава от температуры повторное увеличение скорости ползучести в этой среде наступает при более высокой температуре, чем

в других исследованных газах. Поэтому при одинаковой величине растягивающих напряжений температура t_4 начала ускоренного роста скорости ползучести в среде азота ниже, чем в других средах.

Таблица 2

Коэффициенты зависимости скоростей ползучести при различных растягивающих напряжениях в средах азота, водорода и воздуха.

Среда	σ , МПа	$a \cdot 10^{15}$	$b \cdot 10^3$	Температурный интервал
Азот	1,996	0,12	3,4	640–850
	4,45	33	3,0	610–800
	6,91	0,0074	5,0	540–720
	9,36	0,003	5,0	500–680
Водород	1,996	97000	1,3	900–1100
	4,45	670	2,0	850–1000
	6,91	8,2	2,9	750–850
	9,36	7,6	3,6	610–700
Воздух	1,996	95	2,4	760–900
	4,45	60	2,7	700–850
	6,91	0,2	3,7	650–750
	9,36	0,02	4,5	600–700

2. Азот, единственный из всех исследованных газов, наибольшим образом снижает температуру начала ускоренной ползучести. В связи с этим становится понятным, что в воздушной среде, содержащей 78 об. % азота, при прочих равных условиях температура начала ускоренной ползучести выше, чем в чистом азоте.

3. Получены эмпирические зависимости, описывающие изменение скорости кратковременной ползучести в водороде, азоте и аргоне в зависимости от температуры нагрева в температурном диапазоне ее монотонного изменения.

Работа выполнена по Программе ОЭМПИУ РАН № 11 при финансовой поддержке программы фундаментальных исследований УрО РАН, проект № 12-Т-1-1007.

Список литературы

1. Влияние водорода на пластичность и сопративление деформации технического титана VT 1-0 при температурах до 750°C / Ю.А. Аксенов, И.О. Башкин, В.Л. Колмогоров, Е.Г. Понятовский, Г.Г. Талуц, В.К. Катая, И.В. Левин, Ю.И. Потапенко, А.Н. Трубин // ФММ. – 1989. – Т. 67, № 5. – С. 993–999.
2. Окисление титана и его сплавов / А.С. Бай, Д.И. Лайнер, Е.Н. Слисарева, М.И. Цыпин. – М.: Metallurgiya, 1970. – 320 с.
3. Бенар Ж. Окисление металлов. – М.: Metallurgiya, 1969. – Т. 2. – 209 с.
4. Колачев Б.А. Водородная хрупкость металлов. – М.: Metallurgiya, 1985. – 217 с.
5. Экспериментально-теоретическое исследование влияния водорода на ползучесть и длительную прочность титанового сплава VT6 / А.М. Локощенко, А.А. Ильин, А.М. Мамонов, В.В. Назаров // Металлы. – 2008. – № 2. – С. 60–66.
6. Микляев П.Г. Механические свойства легких сплавов при температурах и скоростях обработки давлением. – М.: Metallurgiya, 1994. – 180 с.

7. Смирнов С.В., Замараев Л.М., Матафонов П.П. Исследование термоциклической долговечности стали 12Х18Н10Т в водородной и воздушной средах // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2008. – № 2. – С. 46–49.

References

1. Aksekov YU.A., Dashkin D.I., Kolmogorov V.L., Pomyatovskiy E.G., Taluns G.G., Kataya V.R., Levin I.V., Potapenko YU.A., Trubin A.N. Influence of hydrogen on plasticity and resistance of deformation of the technical titan of VT 1-0 at temperatures to 750°C // FMM. 1989, vol. 67, no 5, pp. 993–999
2. Bay A.S., Layner D.I., Slisareva E.N., Tspin M.I. Oxidation of the titan and its alloys. Moscow: Metallurgiya, 1970, 320 p.
3. Benar ZN. Oxidation of metals. Moscow: Metallurgiya, 1969, vol. 2, 209 p.
4. Kolachev B.A. Hydrogen brittleness of metals. – Moscow: Metallurgiya, 1985, 217 p.
5. Lokoshenko A.M., Ilin A.A., Mamonov A.M., Nazarov I.V. Experimental – theoretical study of the influence of hydrogen on creep and durability titanium alloy VT-6 // Metals. – 2008, no. 2, pp. 60–66.
6. Miklyayev P.G. Mechanical properties of light alloys at temperatures and speeds of forming operation. – M: Metallurgiya, 1994, 180 p.
7. Smirnov S.V., Zamaraev L.M., Matafonov P.P. Research recry durability of steel 12x18h10t in hydrogen and air environments. Problems of mechanical engineering and reliability. 2008, no. 2, pp. 46-49

Рецензенты:

Гладковский С.В., д.т.н., профессор, заведующий лабораторией деформирования и разрушения Института машиноведения УрО РАН, г. Екатеринбург;

Коновалов А.В., д.т.н., профессор, заведующий лабораторией механики деформации Института машиноведения УрО РАН, г. Екатеринбург.

Работа поступила в редакцию 24.08.2012.

УДК 532.529 + 629

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ МОДЕЛИ СТАЦИОНАРНОЙ МАХОВСКОЙ КОНФИГУРАЦИИ К РАСЧЕТУ ДИСКА МАХА В СВЕРХЗВУКОВОЙ СТРУЕ

¹Усков В.Н., ²Булат П.В., ³Продан Н.В.

¹Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;

²ООО «НОЦ «Динамика»;

³ООО «Проблемная лаборатория «Турбомашинны», Санкт-Петербург, e-mail: kolinti@mail.ru

Приведено теоретическое и расчетно-экспериментальное обоснование модели образования диска Маха в сверхзвуковой нерасчетной струе. Созданная усилиями российских математиков в середине 80-х годов полная классификация возможных перестроек ударных волн, каустик и волновых фронтов, сформулированные на основе принципа максимума множества Максвелла теоремы существования конфигураций волновых фронтов для случаев различной размерности позволили однозначно указать критерий образования диска Маха как в случае отражения скачка от стенки, так и при его отражении от оси симметрии. Проведено расчетно-экспериментальное исследование, которое подтвердило сделанные теоретические выводы. Показано, что различие классификаций перестроек ударных волн для пространств с четной и нечетной размерностью приводит к тому, что ударно-волновые структуры, образующиеся в стационарных течениях, не могут существовать в нестационарных потоках. И наоборот.

Ключевые слова: диск Маха, ножка Маха, регулярное отражение скачка, нерегулярное отражение скачка, стационарная маховская конфигурация, тройная конфигурация ударных волн, тройная точка

RATIONALE FOR THE USE OF MODELS OF STATIONARY MACH CONFIGURATION CALCULATION OF MACH DISK IN A SUPERSONIC JET

¹Uskov V.N., ²Bulat P.V., ³Prodan N.V.

¹Baltiysky State Technical University «Voenmekh» n.a. D.F. Ustinov;

²«SEC» Dynamics ltd;

³«Problem Laboratory» turbomachine ltd, St. Petersburg, e-mail: kolinti@mail.ru

Shows the theoretical and computational models and experimental study of Mach disk formation in a nonisobaric supersonic jet. Thanks to the efforts of Russian mathematicians in the mid-80s complete classification of possible modifications of shock waves, caustics and wave fronts, formulated on the basis of the maximum set of Maxwell's theorem of configurations for the cases of the wave fronts of different dimensions allowed uniquely specify a criterion for the formation of Mach disk in the case of reflection of shock from the wall, and at its reflection from the axis of symmetry. A computational and experimental study, which confirmed the theoretical conclusions made. It is shown that the difference between the classifications of shock waves for the rearrangement of spaces with even and odd dimensions leads to the fact that the shock-wave structures formed in the stationary currents can not exist in unsteady flows. And vice-versa.

Keywords: disk Mach, Mach stem, the regular reflection of shock, irregular reflection of shock, a stationary Mach configuration, triple configuration of shock waves, the triple point

Сверхзвуковая струя (рис. 1) на начальном участке имеет развитую ударно-волновую структуру (УВС). Слои смешения на теоретической границе струи и танген-

циальном разрыве за тройной точкой разделены протяженными областями, в которых вязкие свойства газа практически не проявляются.

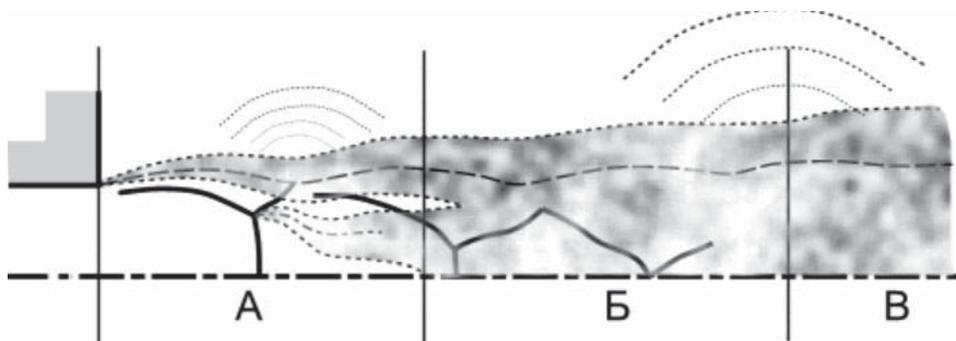


Рис. 1. Характерные участки сверхзвуковой турбулентной струи: а – начальный участок; б – переходный участок; в – основной участок

Границей начального участка считается сечение, в котором происходит смыкание слоев смешения. Ниже по течению зоны невязкого газа отсутствуют. В перерасширенных и умеренно недорасширенных струях начальный участок охватывает 3–4 первые бочки. В недорасширенных струях при нерасчетности (отношение давления на срезе сопла к давлению в окружающей среде) больше 10–15 переходный участок начинается практически сразу же за пределами первой бочки, т.к. диск Маха больших размеров перекрывает почти все поперечное сечение струи и слои смешения на границе и за тройной точкой находятся близко друг от друга.

При использовании современных вычислительных пакетов для расчета сверхзвуковых струй наибольшая сложность связана с необходимостью учитывать изменение масштаба турбулентности в слоях смешения на сильных скачках уплотнения, а также неадекватность гипотезы Буссинеска для областей течения с большими градиентами давления [8]. Именно поэтому важно правильно представлять механизм образования диска Маха, область течения за которым представляет собой трудный и в тоже время самый важный объект расчета в сверхзвуковой струе, истекающей из сопла летательного аппарата.

Понятие газодинамического разрыва

Рассмотрим классическое описание элементов УВС в струе идеального газа. Удобно записать систему уравнений идеального газа в координатах n (длина нормали к линиям тока) – s (длина дуги вдоль линии тока) с использованием основных газодинамических неравномерностей N_i

$$N_1 = \frac{\partial \ln P}{\partial s}; \quad N_2 = \frac{\partial \vartheta}{\partial s};$$

$$N_3 = \zeta = \frac{\partial \ln P_0}{\partial n}. \quad (1)$$

Здесь P – давление, ϑ – угол наклона вектора скорости, P_0 – полное давление, ζ – завихренность. После несложных преобразований получается система уравнений

$$\frac{M^2 - 1}{\gamma M^2} N_1 + \frac{\partial \vartheta}{\partial n} + \frac{\sin \vartheta}{y} = 0;$$

$$\gamma M^2 \frac{\partial \ln V}{\partial s} = -N_1; \quad (2)$$

$$M^2 N_2 = -\frac{\partial \ln P}{\partial n}.$$

Здесь M – число Маха, γ – показатель адиабаты, для воздуха равный 1,4. Иногда систему уравнений (2) в переменных s – n называют уравнениями Эйлера в естественной системе координат. Однако это неверно, т.к. единичные векторы s и n образуют ортогональные геодезические линии фазового пространства, но системы координат в принятом понимании не образуют. Действительно, при перемещении вдоль координаты x_i , координата x_j не должна изменяться. Для естественной системы координат это справедливо только в частном случае, например, в течении от источника.

Как известно, сверхзвуковые течения газа могут содержать области, где параметры меняются резко, скачком. В рамках модели идеального газа в таких случаях говорят о существовании *газодинамических разрывов*. Разрывы бывают нулевого порядка Φ_0 (центр волны разрежения или сжатия, скачок уплотнения и поверхность скольжения), на которых терпят разрыв газодинамические параметры течения (P , v , ϑ) и разрывы первого порядка Φ_1 , на которых терпят разрыв первые производные газодинамических переменных. Иногда Φ_1 называют *слабым разрывом*. Очевидно, что можно определить особенности Φ_i пространства газодинамических переменных любого порядка.

Из законов сохранения потока вещества, потока энергии компонент потока импульса при переходе течения через разрыв выводятся основные соотношения *условий динамической совместности* (УДС) на скачках уплотнения и других разрывах Φ_0 , связывающие параметры течения до разрыва и за ним. В качестве параметра в этих соотношениях выступает *интенсивность разрыва* J . Чаще всего интенсивность определяется как отношение давления за разрывом к давлению перед ним. Получены также уравнения, связывающие неравномерности течения перед скачком и за ним. Эти соотношения называются *дифференциальными условиями динамической совместности* (ДУДС)

$$N_i = c_i \sum_{j=1}^5 A_{ij} N_j. \quad (3)$$

Коэффициенты A_{ij} , c_i опубликованы в [9, 10]. В целях общности в уравнения (3) добавлены $N_4 = \delta/y$ ($\delta = 0$ в плоском течении) и $N_5 = K_\sigma$ (кривизна скачка уплотнения). Уравнения УДС и ДУДС, выведенные из законов сохранения, позволяют построить полную классификацию состояний равновесия ударно-волновых структур (стационарных УВС), но *ничего не говорят об их устойчивости*.

Геометрический смысл уравнений динамики идеального газа

По современным представлениям газодинамические переменные образуют гиперпространство, а уравнения Эйлера описывают в нем гиперповерхность. На вопрос о *структурной устойчивости* может дать ответ изучение топологии этой гиперповерхности.

Рассмотрим ряд важных геометрических понятий. В основе каждого раздела физики лежит своя геометрия пространства параметров. Геометрия Минковского описывает пространство специальной теории относительности. Риманова геометрия лежит в основе общей теории относительности. Симплектическая геометрия – фазовое пространство классической механики и т.п.

Геометрии различаются между собой тем, каким образом введена метрика пространства. *Метрика* – выражение для длины элемента произвольной кривой. Длина вектора не должна зависеть от выбора системы координат.

Обобщением понятия поверхности в современной геометрии является термин *многообразие*. Многообразие представляет собой произвольное множество точек, представленное в виде объединения конечного числа областей евклидова пространства, в каждой из которых заданы локальные координаты. Пересечение областей само является областью евклидова пространства, в которой действуют уже две локальные системы координат. Требуется, чтобы каждая из этих локальных систем выражалась через другую систему дифференцируемым образом. Если на многообразии можно выделить замкнутую область A , ограниченную неравенством $f(x) < 0$ ($f(x) > 0$), где $f(x)$ – гладкая функция), то A называется многообразием с краем. Требуется, чтобы градиент функции не обращался на краю в нуль.

Первая бочка сверхзвуковой струи идеального газа представляет собой типичное многообразие с краем и при изучении геометрии ее элементов можно пользоваться методами современной геометрии. Край – это теоретическая граница струи. Внутри многообразия выделены области (подмногообразия): сжатый слой, волна разрежения и т.п., пересечением которых являются элементы ударно-волновой структуры. В каждой из областей заданы локальные координаты, например, связанные с линиями тока и нормальными к ним.

Рассмотрим для простоты одномерное уравнение переноса Эйлера

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} = 0.$$

Это уравнение описывает поле скоростей u свободно движущихся по прямой частицы. Закон свободного движения частицы имеет вид $x = \varphi(t) = x_0 + vt$, где v – скорость частицы. Функция φ удовлетворяет уравнению Ньютона. По определению $d\varphi/dt = u(t, \varphi)$. Продифференцировав последнее соотношение по t , получаем уравнение Эйлера

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t^2} = \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} = 0.$$

Таким образом, описание движения при помощи уравнений Эйлера для поля и при помощи уравнения Ньютона для частиц эквивалентны. Известно, что квазилинейные дифференциальные уравнения в частных производных решаются с помощью построения характеристик. В математике слово «*характеристический*» всегда означает «*не зависящий от произвола выбора*». Каждому многообразию соответствует свое характеристическое поле. Характеристики – фазовые кривые характеристического поля. Уравнение характеристик уравнения Эйлера эквивалентно уравнению Ньютона. Таким образом, задачу о распространении волны можно решить путем построения характеристик, вдоль которых движутся материальные частицы. Общую геометрическую теорию уравнений в частных производных, способы построения характеристик можно найти в [1].

На рис. 2 показано, как решается уравнение переноса с помощью характеристик [1]. На плоскости y - x задана начальная функция $y = u_0(x)_{t=0}$. Уравнения характеристик $t' = 1$, $y' = 0$, $x' = y$. В моменты времени $t = 1$, $t = 2$ и т.д. решение строится путем переноса вдоль характеристик (по горизонтали) значений в начальный момент времени.

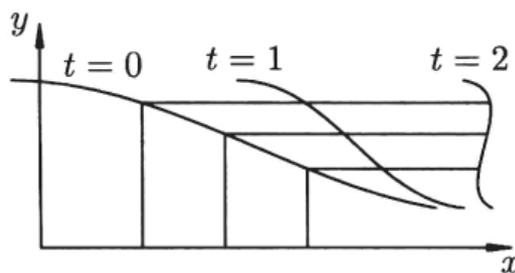


Рис. 2. Решение уравнения Эйлера с помощью характеристик [1]

Видно, что в момент времени $t = 2$ кривая перестает быть графиком функции $f = y(x)$ (рис. 2). Интегральная поверхность неоднозначно проектируется на плоскость x - t . Кривая критических значений проектирования (касательная к поверхности вертикальна) имеет точку возврата. Как уже говорилось выше, уравнение Эйлера описывает

эволюцию поля скорости невзаимодействующих частиц. Нарушение единственности решения можно трактовать как свободное прохождение потоков частиц друг сквозь друга. С другой стороны, при большой плотности частиц их взаимодействием нельзя пренебречь. В этом случае уравнение Эйлера не выполняется, и его заменяют другим уравнением, учитывающим взаимодействие, например, на уравнение Бюргерса

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} = \varepsilon \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}.$$

При малых ε в областях плавного изменения параметров оно приближает уравнение Эйлера и, в то же время, допускает решения типа «ударных волн». Справа и слева от ударной волны течение описывается уравнениями Эйлера, внутри ударной волны уравнением, подобным уравнению теплопроводности. Таким образом, ударная волна (скачок уплотнения, газодинамический разрыв) – это особенность отображения проектирования многообразия газодинамических параметров (рис. 3).

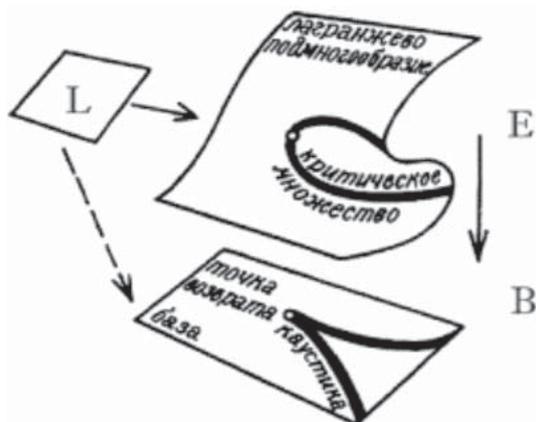


Рис. 3. Ударная волна – особенность многообразия параметров [4]

В настоящее время теория особенностей усилиями выдающихся математиков современности Уитни, Арнольда, Тома, Пуанкаре, Зимана разработана очень хорошо. Для практически важных случаев размерности пространства 2 и 3 составлена полная классификация особенностей отображений и последовательности их перестроек при изменении некоторого критериального параметра [2]. Пространства газовой динамики с четной и нечетной размерностью описываются разными типами геометрий: симплектической и контактной. Классификации устойчивых особенностей отображений этих геометрий, называемых лагранжовыми и лежандровыми, разные.

Таким образом, классификация ударно-волновых структур распадается на не-тождественные подмножества устойчивых структур в зависимости от размерности пространства. Эту классификацию можно использовать для анализа структурной устойчивости УВС. Сказанное выше поясняет, почему нерегулярное отражение ударной волны с особой интенсивностью J_R (выражение для $J_R = f(\gamma, M)$ см. в [10] или в первой части настоящей статьи) встречается только в нестационарном случае, когда размерность пространства нечетная, и не встречается в стационарном, когда пространство имеет четную размерность.

Обоснование модели J_0 с помощью закона Морса

Покажем, что при числах Маха $M < M_{0R}$ ($M_{0R} = 2,204$ для воздуха) переход к нерегулярному отражению при интенсивности скачка $J = J_R$ невозможен. Приведем минимально необходимые сведения из теории особенностей гладких отображений.

Определение. Критической точкой гладкой функции называется точка, в которой дифференциал функции равен 0.

Точка пересечения поляры, соответствующей падающему скачку уплотнения, с основной полярой является критической точкой.

Определение. Критическая точка называется невырожденной, если второй дифференциал – невырожденная квадратичная форма. Всякая вырожденная критическая точка при малом шевелении (Лемма Морса) распадается на несколько невырожденных [11].

Точка пересечения ударной поляры с вершиной основной поляры (рис. 4 слева) является вырожденной, а точка касания поляры и оси ординат (рис. 4 справа) – дважды вырожденной.

Закон Морса [11]. Функции общего положения (в физических терминах, устойчивые) имеют лишь невырожденные критические точки. Вырожденные критические точки появляются естественным образом только в тех случаях, когда функция зависит от параметра.

Таким образом, УВС, соответствующие на плоскости поляр вырожденным критическим точкам, реализовываться не должны.

Исследование семейств функций, зависящих от параметра, встречаются в математической физике повсеместно. Классификация их простейших особенностей во многих совершенно различных задачах, таких как: лагранжевы особенности (каустики, ударные волны и скачки уплотнения), лежандровы особенности (волновые фронты), лежандровы кобордизмы (след на зем-

ле от ударной волны, вызванной летящим на высоте сверхзвуковым самолетом) обнаруживает удивительную общность. Классификация тройных конфигураций в теории УВС весьма напоминает классификацию тройных точек в теории фазовых переходов второго рода в термодинамике и, с другой

стороны, классификацию особенностей в задаче об огибании препятствия. Все эти совпадения объясняются общностью математического аппарата анализа так называемого множества Максвелла. В популярной форме все эти вопросы излагаются в монографии Гилмора [6].

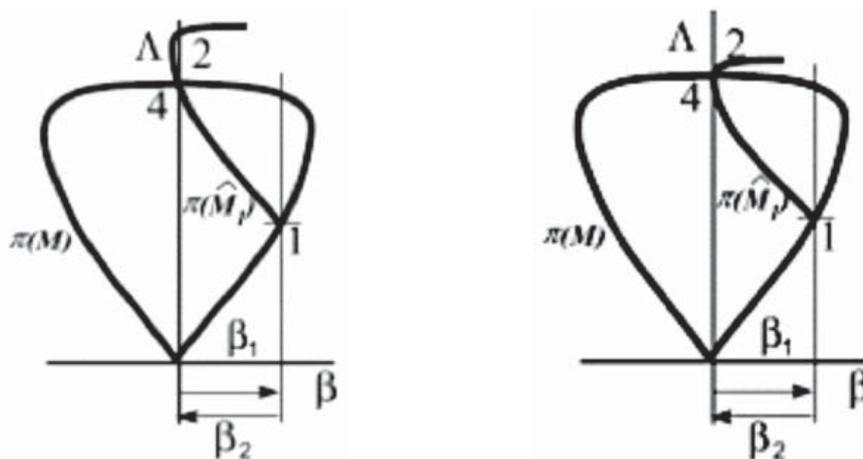


Рис. 4. Вырожденная (слева) и дважды вырожденная точка на плоскости поляра

Большой вклад в создание полной классификации возможных перестроек ударных волн внесли Богаевский [4], Гурбатов и Саичев [7] (1983 г.), которые, в частности, отметили, что множество типичных перестроек ударных волн меньше множества типичных перестроек множества Максвелла. Допустимые перестройки обусловлены выпуклостью ограничения на пространстве импульсов функции Гамильтона уравнений типа уравнения Бюргерса, определяющей соответствующее уравнение Гамильтона-Якоби (о функции Гамильтона, канонических формах, консервативных и диссипативных механических системах см. [3]).

При отражении скачка от стенки при числах Маха меньших M_{0R} и интенсивности, равной J_R , в стационарном случае поляры содержат вырожденную критическую точку. Если же мы рассматриваем нестационарный случай, то в задаче появляется параметр «время» (третья ось t), и никакой вырожденной точки нет, трехмерная поляра просто пересекает плоскость $J-t$. Таким образом, в нестационарном случае маховское отражение от стенки возможно, а в стационарном нет, что и подтверждается экспериментом.

Поскольку симплектическая геометрия, являющаяся методической базой классической механики, это геометрия четно-мерных пространств, то можно предположить, что в трехмерной нестационарной задаче маховские структуры при числах Маха, меньших M_{0R} , также не возникнут.

Теорема Богаевского. *Необходимым и достаточным условием реализуемости перестройки множества Максвелла является требование, чтобы локальная ударная волна, рожденная в момент перестройки, при малом изменении параметра была стягиваема в окрестности точки перестройки [4].*

Теорема Барышниковой. *При малом изменении параметра тип дополнения к ударной волне в точке перестройки должен быть топологически неизменным [11].*

В осесимметричной струе идеального газа формально тройную точку на висячем скачке можно расположить в различных сечениях. Тройная конфигурация должна содержать скачки с наименьшими из возможных интенсивностями (в соответствии с принципом наименьшего действия лагранжевой механики). При числе Маха, большем M_{0R} , образование *тройной конфигурации с диском Маха* на скачке в точке с интенсивностью, меньшей J_0 , невозможно вследствие теоремы Барышниковой. Действительно, интенсивность висячего скачка в данной задаче является параметром. Если бы перестройка произошла раньше, при $J < J_0$, то при дальнейшем изменении параметра J в момент $J = J_0$ конфигурация скачков топологически изменилась бы, т.к. кривизна τ скачком стала бы отрицательной.

Если число Маха перед скачком меньше M_{0R} , то $J_R < J_0$. Казалось бы, в качестве критерия образования диска Маха нужно принять равенство интенсивности висячего скачка J_R . Однако решение на плоскости

поляр, соответствующее данному случаю, содержит вырожденную критическую точку. Кроме того, нарушается теорема Богаевского, т.к. при малом изменении параметра (интенсивности висячего скачка) в сторону увеличения точка пересечения поляр скачком переходит на сильную ветвь основной ударной поляры, т.е. решение *нестягиваемо* в окрестности точки перестройки.

Итак, образование диска Маха в струе идеального газа происходит в точке висячего скачка, в которой его интенсивность становится равной J_0 . Это справедливо для любых чисел Маха больших особого числа M_T

$$M_T = \sqrt{\frac{3 + \gamma}{2}}.$$

Расчеты удаления и диаметра диска Маха при помощи модели J_0

С целью практического обоснования модели были проведены систематические расчеты перерасширенных струй, истекающих из конического и профилированного соп-

ла. Выбор для анализа перерасширенных струй был обусловлен простотой течения перед скачком в таких струях, представляющих собой продолжение течения по соплу. В недорасширенных же струях структура течения перед скачком намного сложнее, содержит веер волн сжатия, слабые разрывы, что осложняет расчет геометрии УВС. Построение падающего скачка уплотнения в перерасширенной струе производилось с помощью решения системы обыкновенных дифференциальных уравнений, описывающих его геометрию [5], в каждой точке скачка его интенсивность сравнивалась с $J_0(M)$. Точка, в которой в пределах заданной точности выполнялось условие $J = J_0$, считалась местом зарождения диска Маха. На рис. 4 приведено сравнение результатов расчетов диаметра диска Маха и его расстояния от среза сопла с численным методом (модель идеального газа). На рис. 5 результаты численных расчетов показаны затененными областями, соответствующими «размытию» скачков на несколько разностных ячеек.

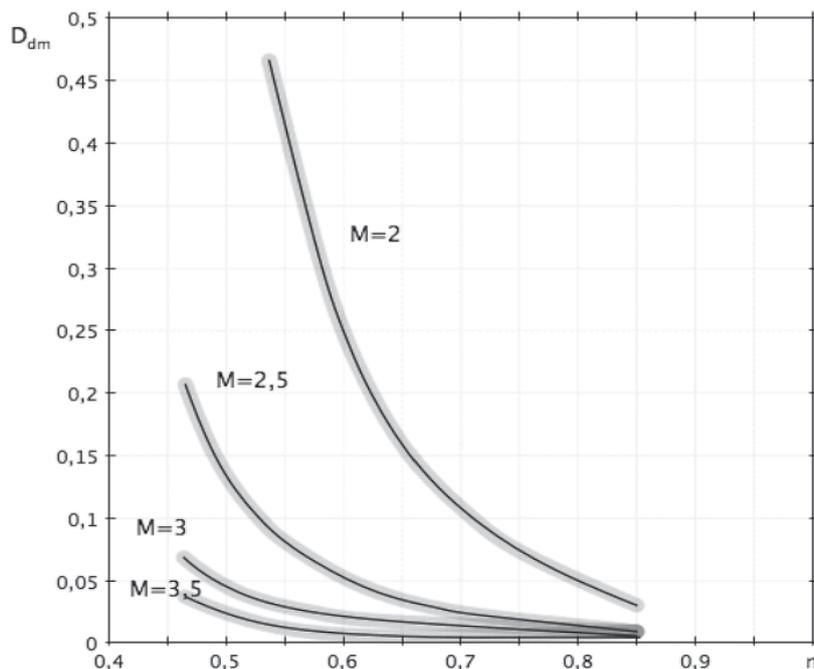


Рис. 5. Зависимость диаметра диска Маха от числа Маха M и нерасчетности n в перерасширенной струе, истекающей из профилированного сопла

Результаты расчетов хорошо соответствуют как численным методам, так и сложившимся на основе экспериментальных исследований представлениям о зависимости диаметра диска Маха от основных параметров сверхзвуковой струи.

Для более тщательной проверки модели J_0 был произведен ряд экспериментов

на соплах с углом полураствора сопла от 8 до 15°. При расчетах течение газа по соплу моделировалось течением от точечного источника. Известно, что чем больше угол полураствора сопла, тем сильнее отличается течение на срезе сопла от модели течения от источника, поэтому дополнительно были выполнены прове-

рочные численные расчеты с помощью sst-модели турбулентности без разрешения пограничного слоя на стенках сопла. Экспериментальные данные должны при

этом располагаться между двумя расчетными кривыми. Расчеты (рис. 6) показали очень хорошее качественное совпадение результатов.

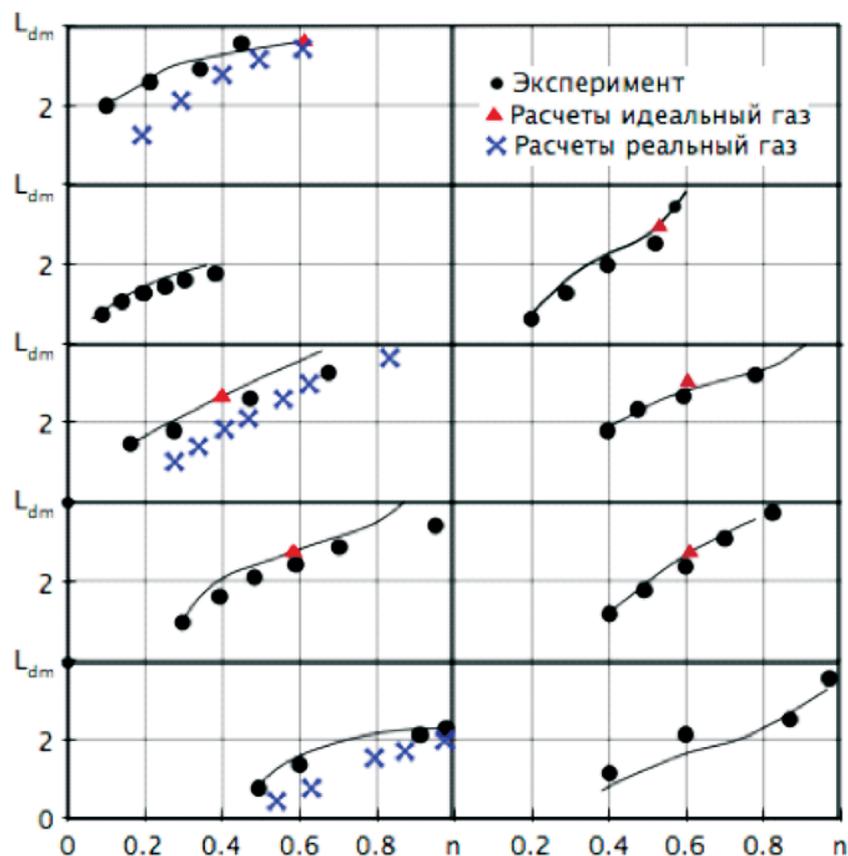


Рис. 6. Расчеты удаления Диска Маха в струях, истекающих из конического сопла

Выводы

Продемонстрировано, что модель стационарной маховской конфигурации с удовлетворительной для практики точностью позволяет предсказывать положение диска Маха в сверхзвуковой струе. С помощью аппарата анализа особенностей семейств функций, зависящих от параметра, показано, что в рамках модели идеального газа предположение о равенстве в точке зарождения диска Маха интенсивности приходящего скачка J особой интенсивности J_{02} соответствующей стационарной маховской конфигурации, выполняется строго. Данный факт является важным дополнением теории интерференции стационарных газодинамических разрывов.

Список литературы

1. Арнольд В.И. Лекции об уравнениях с частными производными. – М.: ФАЗИС, 1997. – 180 с.
2. Арнольд В.И., Варченко А.Н., Гусейн-Заде С.М. Особенности дифференцируемых отображений. Том 1. Классификация критических точек, каустик и волновых фронтов. – М.: Наука, 1982. – 304 с.
3. Берже П., Помо И., Видаль К. Порядок в хаосе. – М.: Мир, 1991. – 368 с.
4. Богаевский И.А. Перестройки особенностей функций минимума и бифуркации ударных волн уравнений Бюргера с исчезающей вязкостью. Алгебра и анализ, 1989. – 1 (4). – С. 1–16.
5. Булат П.В., Засухин О.Н., Усков В.Н. Формирование струи при плавном запуске сопла Лавала.// Ученые записки Санкт-Петербургского государственного университета. Серия математических наук. «Газодинамика и теплообмен». Выпуск 10. Течения газов в каналах и струях. – СПб.: Изд-во СПУ, 1993. – С. 1–22.

6. Гилмор Р. Прикладная теория катастроф. В 2-х книгах. Кн. 1 / пер. с англ. – М.: Мир, 1984. – 350 с.
7. Гурбатов С.Н., Саичев А.И., Якушин И.Г. Нелинейные волны и одномерная турбулентность в средах без дисперсии // Успехи физ. наук. – 1983. – 141 (2). – С. 221–255.
8. Засухин О.Н., Булат П.В., Продан Н.В. Особенности применения моделей турбулентности при расчете сверхзвуковых течений в трактах перспективных воздушно-реактивных двигателей // Двигатель. – 2012. – № 1(70). – С. 20–23.
9. Интерференция стационарных газодинамических разрывов / В.Н. Усков и др. – Новосибирск: ВО «Наука», 1995. – 180 с.
10. Усков В.Н. Интерференция стационарных газодинамических разрывов // Сверхзвуковые газовые струи. – Новосибирск: наука. 1983. – С. 82–96.
11. Arnold N.I. Wave front evolution and equivariant Morse lemma / Comm. Pure Appl. Math. – 1976. – 29(6). – P. 557–582.
6. Gilmor R. Prikladnaja teorija katastrof. V 2-h knigah. Kn. 1. Per. s angl. M.: Mir, 1984. 350 p.
7. Gurbatov S.N., Saichev A.I., Jakushin I.G. Nelinejnye volny i odnomernaja turbulentsnost' v sredah bez dispersii. Usp'ehi fiz. Nauk., 1983, 141 (2), pp. 221–255.
8. Zasuhin O.N., Bulat P.V., Prodan N.V. Osobennosti primeneniya modelej turbulentsnosti pri raschete sverhzvukovyh techenij v traktah perspektivnyh vozdušno-reaktivnyh dvigatelej. Dvigatel' № 1(70) 2012, pp. 20–23.
9. Uskov V.N. i dr. Interferencija stacionarnyh gazodinamicheskih razryvov. – Novosibirsk: VO «Nauka», 1995. 180 pp.
10. Uskov V.N. Interferencija stacionarnyh gazodinamicheskih razryvov. Sverhzvukovye gazovye strui, Novosibirsk: nauka. 1983, pp. 82–96.
11. Arnold N.I. Wave front evolution and equivariant Morse lemma. Comm. Pure Appl. Math., 1976, 29(6), 557–582.

References

1. Arnol'd V.I. Lekcii ob uravnenijah s chastnymi proizvodnymi. M.:FAZIS, 1997, 180 p.
2. Arnol'd V.I., Varchenko A.N., Gusejn-Zade S.M. Osobennosti differenciruemyh otobrazhenij. Tom 1. Klassifikacija kriticheskikh toчек, kaustik i volnovykh frontov. M.: Nauka, 1982, 304 p.
3. Berzhe P., Pomo I., Vidal' K. Porjadok v haose. M.: Mir, 1991. 368 p.
4. Bogaevskij I.A. Perestrojki osobennostej funkcij minimuma i bifurkacii udarnykh voln uravnenij Bjurgersa s ischezajucej vjazkost'ju. Algebra i analiz, 1989, 1 (4), pp. 1–16.
5. Bulat P.V., Zasuhin O.N., Uskov V.N. Formirovanie strui pri plavnom zapuske sopla Lavalja. // Uchenye zapiski Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija matematicheskikh nauk. «Gazodinamika i teploobmen». Vypusk 10. Tehenija gazov v kanalakh i strujah. SPb, Izd-vo SPU, 1993 g. pp. 1–22.

Рецензенты:

Баранов И.В., д.т.н., профессор, заместитель директора Института холода и биотехнологий ФГБОУ «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», г. Санкт-Петербург;

Пеленко В.В., д.т.н., профессор, заместитель директора по учебной работе Института холода и биотехнологий ФГБОУ «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики». г. Санкт-Петербург.

Работа поступила в редакцию 20.07.2012.

УДК 625.843-033.38

РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ СТОЙКОСТИ БЕТОНОВ ПЛИТ ПДН, ЭКСПЛУАТИРУЮЩИХСЯ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ КЛИМАТА

Янковский Л.В.

ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,

Министерство образования и науки Российской Федерации, Пермь,

e-mail: yanekperm@yandex.ru;

ООО «Научно-исследовательский центр технического регулирования»,

Саратов, e-mail: soni.81@mail.ru.

Описаны результаты натурных экспериментов по изучению влияния пластификаторов и плёнообразующих препаратов на долговечность цементобетонных конструкций при их производстве. Расчёт долговечности цементного бетона плит ПДН произведён по новому методу оценки состояния с учётом воздействия климата северных территорий на материал конструкций. Воздействие изменяющихся параметров реального климата северных территорий на бетон конструкций способствует развитию микро- и макродефектов в бетоне, что приводит к снижению долговечности конструкций или сооружений. Как было установлено, пропарка изделий приводит к увеличению стойкости бетона при воздействии на него климата, но одновременно способствует образованию дефектов структуры, которые при определенных условиях могут сказаться на стойкости бетонов. Использование форсированных режимов пропарки, увеличение температуры пропарки приводит к увеличению дефектности структуры бетона к началу воздействия на него климата и может стать определяющим в обеспечении стойкости.

Ключевые слова: оценка состояния, цементобетонные конструкции, воздействие климата, остаточный ресурс, бетон, долговечность, срок службы

RESULTS OF THE ASSESSMENT FIRMNESS CONCRETE PLATES PDN, BEING MAINTAINED IN THE CONDITIONS OF CLIMATE INFLUENCE

Yankovsky L.V.

Perm national research polytechnical university, Perm, e-mail: yanekperm@yandex.ru;

Open Company «Face Downwards technical regulation», Saratov, e-mail: soni.81@mail.ru.

Results of natural experiments on studying of influence of softeners and film-forming preparations on durability of concrete designs are described by their manufacture. Calculation of durability of cement concrete of plates PND is made on a new method of an estimation of a condition with the account influence of a climate of northern territories on a material of designs. Influence of changing parameters of a real climate of northern territories on concrete of designs promotes development micro- and macro defects in concrete that leads to decrease in durability of designs or constructions. As it has been established, steaming of products leads to strengthening of firmness of concrete at influence on it of a climate, but promotes formation of defects of structure which under certain conditions can affect firmness of concrete. Use of the forced modes of steaming leads to accumulation of deficiency of structure of concrete to the influence beginning on it of a climate and can become defining in firmness maintenance.

Keywords: condition assessment, betonny designs, climate influence, residual resource, concrete, durability, service life

Известно, что климатическое воздействие оказывает сильное влияние на долговечность конструкций и сооружений из цементобетона (далее бетона), и это необходимо учитывать при проектировании [1, 2]. Существуют различные методы оценки долговечности армированных конструкций при действии нагрузок и агрессивных сред [3].

Воздействие изменяющихся параметров реального климата северных территорий на бетон конструкций способствует развитию микро- и макродефектов в бетоне, что при-

водит к снижению долговечности конструкций или сооружений.

В работе [4] рассмотрен практический метод оценки и прогнозирования долговечности бетонов. Метод основан на определении значений характеристик R_b , R_{crc}^0 , W до начала и R_b^* , R_{crc}^{0*} , W^* после воздействия климатической среды на бетон конструкции или сооружения в течение 1 года. Определяется время воздействия климатической среды – T , потребное для достижения бетонном предельного состояния по формуле:

$$T = [(\pi/2)t]/[(\pi/2) - \phi],$$

$$\text{где } \phi = \arccos \frac{R_b^* R_b^{np} + R_{crc}^{0*} R_{crc}^{0np} + W^* W^{np}}{\sqrt{(R_b^*)^2 + (R_{crc}^{0*})^2 + (W^*)^2} \sqrt{(R_b^{np})^2 + (R_{crc}^{0np})^2 + (W^{np})^2}};$$

R_b^{np} , R_{crc}^{0np} , W^{np} – предельно допустимые изменения значений характеристик относитель-

но начальных значений бетона до начала воздействия климата.

Величина остаточного ресурса в годах может определяться также графическим способом по номограмме, разработанной нами, и представленной на рис. 1.

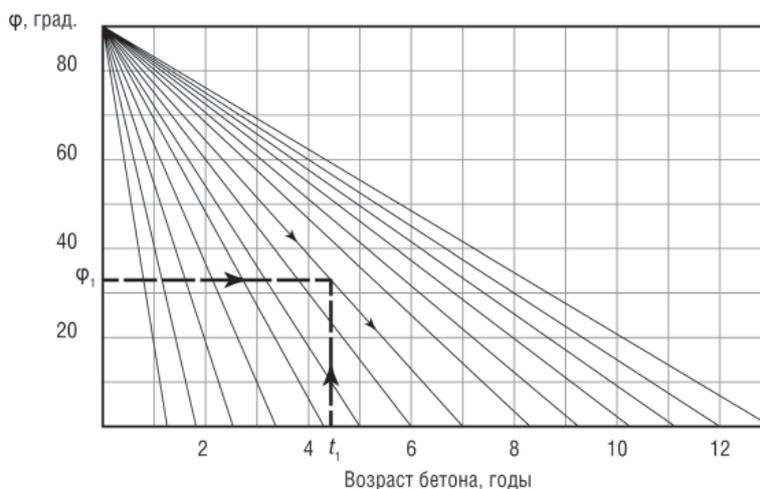


Рис. 1. Номограмма для определения времени воздействия среды на бетон, в течение которого он достигнет предельного состояния: φ , t – мера близости и возраст бетона в момент определения его свойств

Определенный интерес представляет использование этой методики при исследовании свойств пластифицированных бетонов непосредственно в натуральных конструкциях. В качестве таких конструкций были выбраны сборные дорожные предварительно напряженные плиты (ПДН), изготавливаемые на заводе ЖБК по проекту Киевского филиала института «Союздорпроект» в соответствии с СН-120-70, СНиП П-21-75, 2Н-25-74, ВОН 46-72 (типовые решения 503-0-42). Предварительно испытаниями была установлена недостаточная трещиностойкость плит. В соответствии с расчетами примерно 44% момента трещинообразования плит ПДН обеспечивается бетоном. Изготовление и эксплуатация плит ПДН в климатиче-

ских условиях Урала и Сибири предъявляет специфические требования к бетону.

Свойства бетона определялись по результатам испытания кернов, которые отбирались в различные сроки из плит ПДН. Для этого были использованы две партии плит по три штуки в каждой. Передаточная прочность бетона, определенная по результатам испытания стандартных образцов, изготовленных, пропаренных и хранившихся с плитами на открытом полигоне завода, равнялась 28,5 и 32,6 МПа, что составляет 81,3 и 93,3% от проектной марки бетона, и соответствовала проектным требованиям. Основные характеристики свойств бетона плит первой и второй партии (ПДН) приведены в табл. 1.

Таблица 1

Значения характеристик свойств бетона плит ПДН

Наименование характеристики	Значение характеристики свойств бетона в возрасте							
	1 мес.	3 мес.	5 мес.	7 мес.	9 мес.	11 мес.	19 мес.	20 мес.
Средняя прочность, МПа	40,0/ 31,6	46,1/ 33,6	53,0/ 35,1	53,6/ 39,2	52,1/-	51,6/ 45,9	51,3/ 48,7	-/50,5
Коэффициент вариации прочности, %	-/-	-/-	-/-	5,8/ 10,8	6,0/-	6,2/ 10,1	6,7/ 9,4	-/-
Модуль упругости, МПа·10 ⁴	3,74/ 3,09	3,7/-	3,85/ 3,2	4,1/ 3,4	3,95/-	3,9/ 3,5	3,8/ 3,7	-/3,86
Коэффициент Пуассона	0,147/ 0,113	-/-	0,162/ 0,131	0,167/ 0,134	0,167/-	0,169/ 0,140	0,174/ 0,160	-/0,148
Водопоглощение, %	-/-	11,1/ 11,4	-/-	10,10/ 10,0	10,0/-	10,0/ 10,0	9,95/ 10,15	-/10,0
Нижний уровень микротрещинообразования	-/-	-/-	0,37/ 0,37	0,38/ 0,37	-/-	0,38/ 0,39	0,39/ 0,41	-/0,41

Примечания:

1. Над чертой приведены значения характеристик бетона с добавкой ПЯ-01, под чертой – бетона без добавки.

2. Значения характеристик в возрасте 1 и 3 месяца определены испытанием лабораторных образцов, изготовленных и хранившихся вместе с плитами.

Анализ данных, приведенных в табл. 1, показывает, что использование добавки ПЯ-01 повышает прочность, модуль упругости, нижний уровень микротрещинообразования бетона в возрасте до 7 месяцев. Выдерживание плит в природных условиях климата в большей степени сказывается на свойствах бетонов с добавкой ПЯ-01. Упрочняющий эффект на бетон плит добавки ПЯ-01 в возрасте примерно 7 месяцев ослабевает и в результате развития микродефектов наблюдается снижение прочности, увеличивается коэффициент вариации прочности, в бетоне с добавкой развитие микродефектов под воздействием климата сопровождается увеличением коэффициента Пуассона и снижением модуля упругости.

В бетоне без добавок за тот же период (7–20 месяцев) под воздействием климата продолжает увеличиваться прочность, модуль упругости и нижний уровень микротрещинообразования. Определение стойкости бетона плит показало, что для достижения состояния, принятого за предельное,

бетону с добавкой ПЯ-01 в условиях воздействия климата необходимо 17,4 лет. Сопоставление с результатами определения стойкости бетона по лабораторным образцам показывает, что стойкость бетонов плит в условиях воздействия климатической среды выше стойкости бетона образцов. Это может быть объяснено спецификой воздействия климата на бетон конструкции и образца, различием их массивности.

Определенный интерес вызывает изучение влияния пластификации бетона добавкой ПЯ-01 с одновременным снижением расходов цемента и воды на трещиностойкость плит. Для определения трещиностойкости были изготовлены 2 партии плит ПДН из бетона разного состава. На 3–4 день после изготовления плиты вывозились на полигон завода и до испытания в течение 1–2 месяца выдерживались под воздействием природной климатической среды. Методика испытаний плит на трещиностойкость соответствовала проекту, а результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты испытания плит ПДН на трещиностойкость верхних и нижних зон

Партия плит и дата изготовления	Индекс плиты и дата испытания	Контрольная нагрузка по трещиностойкости при оценке зоны		Фактическая испытательная нагрузка на плиту и её состояние при оценке трещиностойкости зоны		Обеспечение трещиностойкости		
		нижней	верхней	нижней	верхней	Плиты по зоне		Партии плит
						нижней	верхней	
П-1 24.VI.08 (без добавки)	П-1-1 28.VII.08	39,0	32,0	39,0 трещина на 30 мин	19, 2 трещина на 1-й мин	Да	Нет	Нет
	П-1-2 28.VIII.08	39,0	32,0	30,0 трещина на 2-й мин	22,0 трещина на 1-й мин	Нет	Нет	Нет
П-2 14.IV.08 (с добавкой ПЯ-01)	П-2-1 23.V.08	39,0	32,0	30,0 трещина на 3-й мин	32,0 трещин нет	Нет	Да	Нет
	П-2-2' 18.VI.08	39,0	32,0	30,0 трещина на 5-й мин	32,0 трещин нет	Нет	Да	Нет
П-3 7.IV.08 (без добавки)	П-3-1 3.V.08	39,0	32,0	17,5 трещина на 1 мин	-	Нет	-	Нет
	П-3-2 23.V.08	39,0	32,0	15,0 трещина на 2 мин	-	Нет	-	Нет
П-4 3.IV.08 (с добавкой)	П-4-1 14.V.08	37,0	31,0	38,9 трещин нет	32,5 трещин нет	Да	Да	Да
	П-4-2 14.V.08	37,0	31,0	38,9 трещин нет	27,5 трещина на 10-й мин	Да	Нет	Нет
	П-4-3 14.V.08	37,0	31,0	38,9 трещин нет	32,5 трещин нет	Да	Да	Да

Анализ результатов испытания показал, что из 9 испытанных плит трещиностойкость обеспечена только в двух, при изготовлении которых применен бетон с добавкой.

Трещиностойкость нижней зоны обеспечена в 4-х плитах, 3 из которых изготовлены из бетона с добавкой ПЯ-01. Трещиностойкость верхней зоны обеспечена в 4-х плитах, изготовленных из бетона с добавкой ПЯ-01. Таким образом, использование добавки ПЯ-01 повысило трещиностойкость плит ПДН, но испытания проводились по-

сле воздействия климата в течение 1–2 месяцев и не учитывали те изменения свойств бетона, которые имели место при воздействии климатической среды в течение более 7 месяцев. При нормативном сроке службы плит ПДН – 20 лет, применение добавки ПЯ-01 с одновременным уменьшением расходов цемента и воды снизило стойкость бетона до 17,4 лет, то есть уменьшило её против базовой на 13,0%. Пропаренный бетон соответствует требуемой стойкости.

Интенсификация производства плит ПДН на заводе ЖБК осуществлялась на

базе внедрения форсированного режима тепловлажностной обработки (0 + 4 + 2 + 7). В связи с этим возникла необходимость изучения возможности использования такого режима при изготовлении плит из бетона с добавкой ПЯ-01. Из бетонов с добавкой ПЯ-01 и без добавки были изготовлены образцы и плиты. Тепловлажностная обработ-

ка осуществлялась по режиму 0 + 4 + 2 + 7. На третий день после изготовления образцы и плиты были вывезены на полигон завода и в дальнейшем хранились в условиях воздействия климатической среды. Результаты определения свойств бетона лабораторных образцов и кернов, отобранных из плит, представлены в табл. 3.

Таблица 3

Характеристика свойств бетона образцов и плит

Наименование характеристик	Значение характеристик свойств бетона			
	Лабораторных образцов в возрасте		Кернов, отобранных из плит в возрасте	
	3 суток	12 месяцев	45 суток	6 месяцев
Кубиковая прочность, МПа	39,7/44,8	41,6/48,5	-/44,8	36,2/57,1
Призменная прочность, МПа	29,0/34,0	31,5/37,5	-/35,8	31,1/ 41,2
Модуль упругости, МПа	3,00/3,2	3,16/3,32	-/3,45	3,25/3,83
Нижний уровень микротрещино образования	0,36/0,36	0,37/0,37	-/-	- /-
Водопоглощение, %	9,8/10,9	9,2/10,0	-/-	-/-

Примечание. Над чертой приведены значения характеристик бетона с добавкой ПЯ-01, под чертой – бетона без добавки.

Как было установлено, пропарка изделий приводит к увеличению стойкости бетона при воздействии на него климата, но одновременно способствует образованию дефектов структуры, которые при определенных условиях могут сказаться на стойкости бетонов. Использование форсированных режимов пропарки, увеличение температуры пропарки приводит к увеличению дефектности структуры бетона к началу воздействия на него климата и может стать определяющим в обеспечении стойкости.

Определение стойкости бетонов показало, что для достижения состояния, принятого за предельное, необходимо воздействие климатической среды на бетон с добавкой ПЯ-01 – 11,9 лет, на бетон без добавки – 13,2 лет. Следовательно, использование форсированного режима снизило стойкость бетона без добавки на 15,9%, а бетона с добавкой ПЯ-01 – на 24,2% по сравнению с базовой стойкостью бетона, определенной ранее.

Неравномерность температурного поля в бетоне при прогреве бетона контактным способом является причиной перемещения свободной влаги вследствие процесса термовлагопроводности, на который накладывается перенос влаги под действием градиента общего внутреннего давления в твердеющем бетоне. Из-за неравномерности температурных полей процессы гидратации и кристаллизации в массе бетона протекают неравномерно, образуются участки, различные по прочности, что при-

водит, с точки зрения «теории структурных неоднородностей» [5], к общему снижению прочности бетона.

В последнее время широко ведутся исследования по смягчению этого недостатка посредством покрытия поверхностей изделий, свободных при прогреве от опалубки, пленкообразующими материалами, например, препаратом К-9 водорастворимого полимера, соответствующего ТУ 606-17-03-77. Была произведена оценка стойкости пропаренных бетонов с добавкой ПЯ-01, защищенных пленкообразующими материалами. Покрытие пленкообразующим препаратом поверхности лабораторных образцов производилось сразу после разопалубки. Через 4 часа после покрытия пленкообразующим препаратом образцы подвергались воздействию климата. Характеристики свойств бетона определялись в возрасте 28 суток, 12 месяцев и представлены в табл. 4.

Стойкость бетона с добавкой ПЯ-01, защищенного после изготовления от воздействия климата пленкообразующим препаратом К-9, составила 15,9 лет. Таким образом, защита пленкообразующим препаратом повысила стойкость бетона с добавкой ПЯ-01 на 16,9%.

Изучение структуры бетона с добавкой ПЯ-01 покрытого препаратом К-9, показало, что защищенный бетон близок к бетону, который после изготовления твердел в нормальных условиях. Основные характеристики структуры представлены в табл. 5, а микроструктура цементного камня бето-

нов – на рис. 2 и 3. Микротрещины в защищенном бетоне преимущественно заполнены новообразованиями, а в незащищенном бетоне они полые. Характер новообразований, уменьшение размеров пор, микротрещин, количества непрогидратированных реликтов объясняют увеличение стойкости

защищенных бетонов. Цементный камень бетона, защищенного пленкообразующим препаратом К-9, характеризуется плотной игольчатой структурой, в промежутках между слоевыми кристаллами вторичного портландита наблюдаются мелкие призматические кристаллы и их сплетения.

Таблица 4

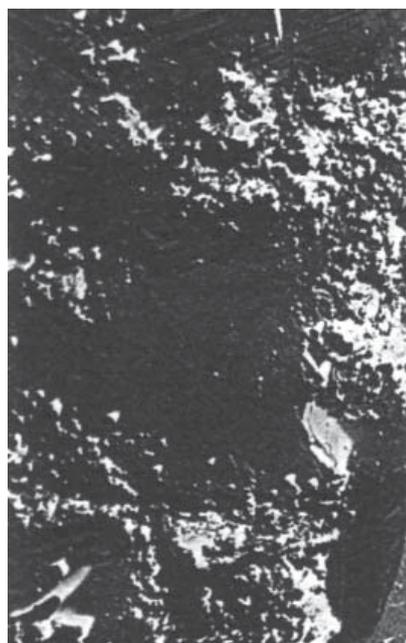
Характеристики свойств бетона, защищенного плёнкообразующим препаратом

Наименование характеристик	Значения характеристик свойств бетона в возрасте		Значения параметров состояния бетона после 12 месяцев воздействия климата
	28 суток	12 месяцев	
R_b , МПа	35,5	42,5	0,197
R_{crc}^0	0,37	0,4	0,081
W , %	10,5	9,3	-0,114

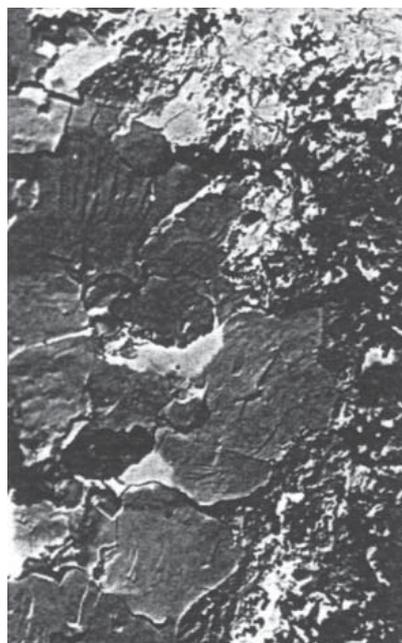
Таблица 5

Характеристики структуры бетона образцов в возрасте 29 месяцев

Характеристики структуры бетона	Единица измерения	Бетона, твердевшего в условиях		
		Нормальных	Реальной климатической среды	
			покрытый плёнкой	не покрытый плёнкой
Непрогидратированные реликты	%	7–10	7–10	10
Пористость	%	3	2–3	5
Размеры пор	микрон	60–120	80–120	80–120
Размеры микротрещин	микрон	10–12	2–5	7–12
Гидрогель	%	5–7	7	7–8
Гидросиликаты и гидроокись Са	%	2–3	7	1,5–2
Гидросульфалоюминат	%	0,5	-	1,5–2



а



б

Рис. 2. Микроструктура цементного камня ($\times 10000$) бетона, покрытого полимером К-9 (а) и непокрытого (б), твердевшего под воздействием климата

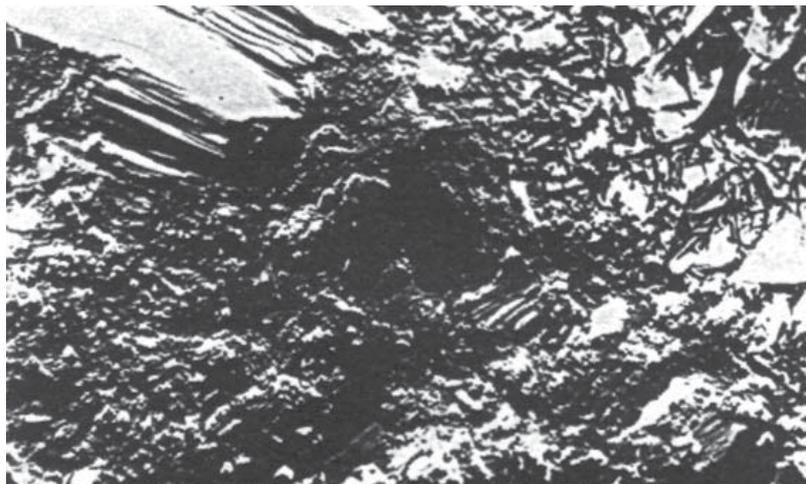


Рис. 3. Микроструктура цементного камня бетона, твердевшего в нормальных условиях

Мелкие кристаллы заполняют поровое пространство, тем самым упрочняют цементный камень. В цементном камне незащищенного бетона крупные кристаллы несут в себе отпечатки зародышей кристаллизации. Контакты крупного заполнителя с цементным камнем не плотные, наблюдаются полые микротрещины шириной 7–12 мкм. Контакты цементного камня с мелким заполнителем выполнены в основном гидросульфатоминатом.

Выводы

1. Предложен метод оценки остаточного ресурса бетона конструкции или сооружения.
2. Установлено, что пластификация бетонной смеси добавкой ПЯ-01 понижает стойкость пропаренных бетонов при использовании жестких режимов термовлажностной обработки изделий, существенно понижает стойкость бетона к климатическим воздействиям.
3. Доказано, что защита бетона изделий от воздействия климата препаратом К-9 повышает стойкость бетонов, пластифицированных добавкой ПЯ-01 до нормативных значений.

Список литературы

1. Состояние современного методического обеспечения расчета и конструирования дорожных одежд / А.В. Кочетков, Н.Е. Кокодеева, П.Б. Рапопорт, Н.В. Рапопорт, И.Г. Шашков // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Охрана окружающей среды, транспорт, безопасность жизнедеятельности. – 2011. – № 1. – С. 65–74.
2. Кочетков А.В., Янковский Л.В., Кокодеева Н.Е. Методические подходы реализации принципов технического регулирования в дорожном хозяйстве // Охрана окружающей среды. Транспорт. Безопасность жизнедеятельности: Вестник ПГТУ. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2011. – № 1. – С. 44–56.
3. Межнякова А.В., Овчинников И.Г. Методы оценки долговечности армированных конструкций при действии нагрузок и агрессивных сред // Промышленное и гражданское строительство. – 2008. – № 8. – С. 44–45.

4. Проблемы долговечности цементных бетонов / П.Б. Рапопорт, Н.В. Рапопорт, А.В. Кочетков, Ю.Э. Васильев, В.В. Каменев // Строительные материалы. – 2011. – № 5. – С. 38–41.

5. Янковский Л.В. К вопросу оценки и прогноза состояния цементных бетонов, эксплуатирующихся в условиях воздействия климата Урала и Сибири // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Охрана окружающей среды, транспорт, безопасность жизнедеятельности. – 2012. – № 2. – С. 86–95.

References

1. Kochetkov A.V., Kokodeeva N.E., Rapoport of the Item B., Rapoport N.V., Shashkov I.G. Condition of modern methodical maintenance of calculation and designing of road clothes // Bulletin Perm national research polytechnical university. Preservation environment, transport, health and safety. 2011. no. 1. pp. 65–74.
2. Kochetkov A.V., Jankovskij L.V., Kokodeeva N.E. Methodical approaches of realization of principles of technical regulation in a road economy // Preservation environment. Transport. Health and safety: Bulletin PSTU. Perm, 2011. no. 1. pp. 44–56.
3. Mezhnjakova A.V., Ovchinnikov I.G. Method of an estimation durability reinforced designs at action loadings and excited environments // Industrial and civil building. 2008. no. 8. pp. 44–45.
4. Rapport P.B., Rapport N.V., Kochetkov A.V., Vasilev J.E., Kamenev V.V. Problemy durability cement concrete // Building materials. 2011. no. 5. pp. 38–41.
5. Yankovsky L.V. To a question an estimation and the forecast a condition of the cement concrete maintained in the conditions of influence of a climate of Ural Mountains and Siberia // Bulletin of the Perm national research polytechnical university. Preservation environment, transport, health and safety. 2012. no. 2. pp. 86–95.

Рецензенты:

Овчинников И.Г., д.т.н., профессор, академик транспорта Российской академии транспорта, профессор кафедры «Транспортное строительство» Саратовского государственного технического университета, г. Саратов;

Кадыров Ж.Н., д.т.н., профессор, академик Метрологической академии (Россия), профессор Казахского автомобильно-дорожного института, директор ТОО «Контра патентного поверенного», г. Алматы.

Работа поступила в редакцию 14.08.2012.

УДК 81.39

О СЕМАНТИКЕ И СИМВОЛИКЕ КОНЯ БАХ В СВАДЕБНОЙ ОБРЯДНОСТИ ОСЕТИН

Абаева Ф.О.

ФГБУН «Северо-Осетинский институт гуманитарных и социальных исследований
имени В.И. Абаева ВНЦ РАН и Правительства РСО-А», Владикавказ, e-mail: fatia-85@mail.ru

Статья посвящена семантике и символике коня бах, реалии, относящейся к предметному коду свадебного ритуала и участвующей в его предсвадебном, собственно-свадебном и послесвадебном циклах. Символические функции указанного понятия рассмотрены нами с учётом возможности анализа обряда как текста, состоящего из акционального, вербального, персонажного и др. кодов. Основные семантические характеристики коня бах как посредника-медиатора в обрядовом свадебном тексте осетин выражены в его водной, хтонической природе, также в его связи с культом солнца и огня, объединяющим и противопоставляющим его водную и солнечную сущности. Немаловажна также символическая функция коня, воплощённая в его повышенной плодовитости. Понятие «конь бах» как один из ярких компонентов свадебного обряда осетин, включающее также примыкающую к нему терминологию, обрядовые действия и реалии, рассматривается нами в русле этнолингвистического анализа.

Ключевые слова: семантика, символика, обрядовый текст, предметный код

ABOUT HORSE (BAEH) SEMANTICS AND SYMBOLICS IN THE OSSETIC WEDDING RITUALISM

Abaeva F.O.

Federal State Budget Institution «V.I. Abaev North Ossetic Institute of Humanitarian and Social Studies
of Vladikavkaz Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences and Republic of North
Ossetia – Alania», Vladikavkaz, e-mail: fatia-85@mail.ru

The article is devoted to the semantics and the symbolics of horse baeh, which is the concept of the objective code of the wedding ritual. It participates in the pre-wedding, in the self-wedding, and in the after-wedding cycles. The symbolic function of this concept we have discussed is analyzed with possibility of investigating the rite as the text which consists of actional, verbal, personage and other codes. The main semantic characteristics of the horse baeh as a transactor and mediator in the wedding ritual text of Ossets are expressed in its aqueous, chthonic kind, and in its relationship with the cult of the sun and fire, united and opposed to its aqueous and solar essences. The heightened prolificacy is one of the most important symbolic functions of the horse. The concept horse baeh as one of the brightest component of the Ossetic wedding ceremony, which also includes the adjacent terminology, ritual actions and realities, we have seen in the mainstream of ethnolinguistic analysis.

Keywords: semantics, symbolics, ceremonial text, objective code

Реалия конь **бах** в первую очередь входит в **предметный** (реальный) код свадебного обрядового текста осетин: комплекс обряда получения (взятия) **калыма иредысыны фатк**, который, в свою очередь, включает в себя: *подарок коня матери невесты мады лавары бах/мады бах, подарок коня родному брату матери невесты мадырвады бах*. К предметному коду предсвадебного цикла осетин относится также понятие **фаты бах**, дословно переводимое как «конь стрелы/конь для стрелы», рассмотренное нами подробно далее. Количество принесённых в жертву животных равно **трём**. На наш взгляд это не случайно и связано с числовой символикой, поскольку «три – являлось священным числом при ашвамедхе, ритуале жертвоприношения коня, и было связано с символикой мирового дерева» [4, 112].

Понятие **фаты бах** Ш.Ф. Джикаев трактует так: «Бахы лавард уыды фидыды нысан. Хамыц куры Донбеттырты чызджы ама сын йа бах нууагъта **фаты бах** – уый уыды фидыды мысайнаг.

Иреды хыгъдма цыды мады бах – сияхсы лавар каустен чызджы мады номыл. – Подарок коня означал свадебный сговор. Хамыц посватал дочь Донбеттыра и оставил им коня стрелы **фаты бах** – это был **залог** в качестве **знака брачного сговора**. В счёт калыма шёл подарок коня матери невесты – подарок зятя родственникам невесты именем её матери» [2, 24]. Согласно Ш.Ф. Джикаеву, **фаты бах** – это залог, который шёл в счёт калыма, а сама реалия относилась к моменту *сговора фидыд* в предсвадебном цикле осетин. Другой этнограф, Б.М. Каргиев, даёт следующее объяснение понятию **фаты бах**: «Цамæй сиях сæргом цауын райдайа йæ каустæм, уый тыххæй суынаффæ кæны **сияхсдзыд бахæнын**. Чызджы мадаен балхæны бах (**фаты бах**),... Чтобы зять мог открыто ходить к родственникам невесты, для этого он решается нанести **визит зятя** в дом невесты. Матери невесты он покупает коня (**фаты бах**), ...» [3, 72]. Здесь **фаты бах** интерпретируется как некая условность или условие и относится к актуальному коду предсвадебного

цикла, а конкретнее – официальный обрядовый *визит зятя* в дом невесты *сиахсодзыд*.

Дз.Т. Шанаев, подробно описавший свадебный обряд осетин, пишет, что *фаты бах* преподносился женихом в период после обряда сватовства «не в зачёт выкупа» [8, 13]. Он расшифровывает эту идиому, ссылаясь на народную этимологию и не отрицая его «иносказательного значения»: «Это выражение дословно значит «конь стрелы», «конь для стрелы», – от слов: *фат* – стрела, и *бах* – конь, лошадь... Осетины часто говорят: «*На хъуыддаг фæраст, фаты хуызæн*» – дело наше сделалось прямым, подобно стреле, т.е. нужно понимать, что дело приняло весьма благополучный оборот. Поэтому, говорят осетины, фаты-бах отдавался как бы в знак совершения благополучного (**прямого, как стрела**), направления дела. Так истолковывают сами осетины смысл **фаты-бах**» [8, 13]. Дз.Т. Шанаев использовал именно это написание слова – через дефис.

По А.Р. Чочиеву, «смысл иносказания совершенно определённо выступает из условий свадебной же обрядности: среди главных обрядов свадебного цикла один связан с вождением невесты к святилищу *Мады Майрам* – божеству женского чадородия. При этом мальчики, сопровождавшие процессию, осыпали святилище **наконечниками стрел** (позже – пулями), требуя для невесты семерых (девятирех) по числу этих наконечников или пуль, мальчиков, и одну синеокою девочку. После рождения ребёнка, если это бывал мальчик, женщины несли к святилищу стрелы. При введении невесты в дом жениха в косяк двери втыкалась стрела, а введение в *хæдзар* сопровождалось песней «На рождение мальчика». В ней испрашивалось благословение Отца-Бога и Матери Марии для плодovitости невесты, и песня заканчивалась словесной формулой: «У них над порогом стрела имеется – Стрелоподобным да будет (мальчик)» [7, 41–42].

По нашему мнению, термин **фаты бах**, возможно, восходит к родинному обрядовому тексту осетин. По словам наших информаторов, во время ритуала по случаю рождения мальчика (*афæдзы куывд*) по выявлению его наклонностей считалось счастливым предзнаменованием, если мальчик потянется к острым и железным предметам (*стрела фат*). На празднике по случаю исполнения года мальчику дарились также *игрушечные кони хъазæн бах* и железные предметы (*наконечник стрелы фаты бырынкъ* и т.д.).

При рассмотрении реалии **коня-подарка фаты бах** реализовывается, по нашему

мнению, символика двух атрибутов: *стрелы фат* и *коня бах*. Стрела как символ плодородия, а конь выступает символом того, что обеспечивает это плодородие. Союз символов «**стрела–конь**» образует усиление мифологемы движения/пути/дороги, которые они обозначают, олицетворяет комплекс концептов «жизнь–путь (здесь – свадьба)». В мифологеме дороги/пути значительное место занимает образ коня, который символизирует мифологему дороги, актуализирующей символику жизненного пути, а стрела – это мифологема «прямого пути». Таким образом, конь и стрела восходят к мифологеме «**прямой (жизненный) путь**». **Стрела** также – солярный символ, обозначающий стремительные **лучи** солнца, а конь, как нам известно, – символ самого **солнца**.

Мужская оплодотворяющая символика стрелы в свадебном обрядовом тексте осетин проявляется и в ритуале поднятия фаты с лица невесты *хъызисæны фæтк* с помощью символической «стрелы» (*свадебный флажок для поднятия фаты невесты сæрызд/сæрыздæды хæцъил*) и её втыкания в косяк двери *уæлкъæссер фат* при вводе невесты в дом жениха. В этих ритуальных актах мы видим охранительную магию – действия по отпугиванию нечистой силы от невесты, которая продолжит род, или от жилища, куда она придёт. Сама стрела – это символ соединения мужского и женского начала: наконечник – **женское**, а древко стрелы – **мужское**. Для обозначения лексемы *наконечник* в осетинском языке (помимо *бырынкъ*) при рассмотрении данного символа в контексте свадебной обрядности нам удобнее взять слово *æрттигъ*. У В.И. Абаева мы находим: «*ærttiġ/ærtteġ* так называются в эпосе **наконечники стрел** ... буквально «трёхгранник» [1, 426].

Принимая во внимание походно-военное прошлое осетин, мы можем обозначить термин **фаты бах как боевой конь, или конь для боя**.

Сберегательные свойства образа коня заключены в его **медиативных и жертвенных** функциях в контексте свадебного церемониала. Подарок коня родным невесты читается как жертва Богине-Матери, воплощённой в образе невесты. То, что «священное» (и тем более **жертва**) институализируется именно в ритуале, составляет, несомненно, очень важную особенность ритуала» [5, 39]. Наиболее важную и главным является *подарок коня матери невесты мады лавары бах* и подарок коня родному брату матери невесты *мадырвады бах*. Такой подарок считался *подарком чести цыты лавар*: «*Цыты хъуыддаг уыди бах лавар кæнын... Ирон адаммæ хæрсæфырт*

кадджын у. Лавар ын кодтой байраг каенæ авзаргæ бæх. Хуыдтой йæ мадырвады бæх Почётным делом было дарить коня... У осетин племянник уважаем. Дарили ему жеребёнка или отборного коня. Назывался такой подарок **мадырвады бæх** – «конь дяди со стороны матери,» [2, 24]. По нашему мнению, дарение коня, в первую очередь, матери невесты и её родным (**мады арвадалтæ**, термин, обозначающий родственников со стороны невесты для жениха, в осетинском языке отличается: ср. **каистæ**) является проявлением матриархального прошлого осетин. Это подтверждается и тем фактом, что коня дарили дяде именно по материнской линии. Так, в свадебном обрядовом тексте осетин ярко прослеживается главенство родных матери невесты, что показывает важность **женщины-матери** у осетин. Такой **подарок-жертва** семантически отражает две важнейшие фазы жертвоприношения – вознесение снизу вверх жертвенного посланника (молитвословия) и возвращение сверху вниз божественной благодати.

Семантика образа коня неоднозначна. Явные **воинские** черты в его образе проявляются в **акциональном** коде обряда. По приезду за невестой **поезжане жениха чындзхæсджытæ/чындзхонтæ** на конях должны были **ворваться** в дом, **захватить** свадебное знамя, за которым охотились. Акт **въезд-вторжение** всадников в дом невесты на коне можно отнести к **военному** (завоевательному коду) свадебного обрядового текста.

Причём и за **сватами** (**минæвæрттæ**) родные жениха обязательно должны были отправиться на конях, чтобы **попросить** их засватать им девушку.

Осетинский послесвадебный церемониальный период. Родители жениха приглашали родителей невесты к себе на так называемый «**обряд поедания хлеба**» **чындзы ныййарджыты хуынд кардзыны хардмæ**, мать и отец должны были приехать на конях, подаренных зятем. Это считалось почётным. **Конь бæх** в этом случае выступал символом благородства и достоинства.

Коню бæх в контексте свадебного обряда осетин придаётся также огромное магическое значение: он, запряженный в свадебную повозку невесты, оберегает её от сглаза и порчи. Это объясняется суеверными верованиями организующих свадебный церемониал: по их мнению, непременно найдутся те, кто попытается сглазить или испортить свадьбу. По этой причине применяется как можно больше оберегов, чтобы охранить невесту и других участников свадебных актов и сам церемониал от нечистой силы.

Немалая роль тут отводится коню. Считается, что он хорошо чувствует приближение людей с нечистыми помыслами, кто задумал недоброе, и в случае их появления конь начинает громко ржать и трясти гривой. **Конь бæх** выступает в данном случае своего рода «сторожем» и «охранителем» свадебных ритуальных действий, влияющих также, что важно, на последующий жизненный цикл.

Лошадь применялась и в послесвадебном цикле осетин для защиты молодых в первую брачную ночь от нечистой силы. По словам информаторов, коня привязывали неподалёку от специального помещения для молодых, приготовленного специально для них **чындзы уат**, где должны были находиться жених и невеста после всех свадебных ритуалов. Так, в предчувствии нечистой силы конь громко ржал и тем самым отпугивал её. Символика коня в этом случае сочетается с магией звука и голоса (ржание коня), что ещё более усиливает **обереговой** эффект.

Конь бæх в **акциональном** коде свадебного обрядового текста осетин. За невестой непременно ехали на конях, везли её в дом жениха на повозке, запряженной лошаадьми, на конях совершались свадебные **скачки дугъ**, конные игры в виде **джигитовки бæхæй хъæст**.

В акциональном коде относительно реалии **конь бæх** выделяется **обряд с флагом**, смысл которого заключается в его **похищении тырыса скъæфæн**.

На наш взгляд, способы изготовления и условия применения **свадебного флага тырыса** у осетин дают нам основание полагать, что он (**флаг тырыса**) восходит к боевому знамени в виде полотнища на древке, который активно использовался предками осетин – аланами. В контексте изучения семантики **коня бæх** свадебной обрядности осетин данное предположение имеет немаловажное значение и указывает на **военный код** ритуала. После вывода невесты её подруги выносили во двор **флаг тырыса** и предлагали **поезжанам чындзхæсджытæ/чындзхонтæ** выкупать его. Причём, **флаг тырыса** без повреждений необходимо было доставить с невестой в дом жениха. Участвующие в игре (в основном, молодые пары) тщательно готовились к этому моменту. Для такой цели выбирали самых лучших, отборных лошадей.

К **обряду свадебные скачки дугъ** лошадей специально подготавливали **бæх æууердын**. Согласно архивным данным, именно к свадебным скачкам владельцы лошадей ходили к **знахарю** села **дæсныфæрсæг**, чтобы он указал им, что необходимо сделать для выигрыша на скачках. К примеру, надо было на-

печь три лепёшки, затем дать их понюхать коню. Ту, что выберет конь, скормить ему.

В свадебных ритуальных играх заключены основные функции реалии коня как основного элемента свадебных обрядовых скачек. Первая, наиболее важная – космогоническая, вторая, практическая – социогоническая. Эти функции, в свою очередь, определяют остальные – брачную, продуцирующую и апотропейную. Код игры в свадебном обрядовом тексте осетин выражен с помощью реалии коня, что необходимо для выявления этих функций и их конкретного выражения. Именно через игровой код транслируются основные функции обрядового игрового элемента. Так, для реализации космогонической функции в ритуальной игре должно быть структурировано пространство (локативный код) и воспроизведена собственная космогония (акциональный код). Всё это мы находим в свадебных ритуальных скачках осетин. Важным условием в воспроизведении космогонической и социогонической функций ритуальной игры является следующее: акциональный код игры должен происходить обязательно в **сакральном пространстве** и в **сакральное время** (свадьба).

Далее, *флаг тырыса* отдавали наиболее проворному всаднику и отправлялись в обратный путь. «В галопе поезжане пытались уйти от преследователей из числа соседей и родственников невесты. В процессе скачки-преследования разгоралась борьба за обладание флагом, продолжавшаяся с переменным успехом. Лихой наездник, сумевший овладеть флагом и уберечь его от преследователей и, наоборот, вернувший его в дом невесты, получал всеобщее признание народа. Нашитые же на флаг вещи распределялись между победившей группой. Потерять это импровизированное знамя считалось величайшим позором, способным вызвать серьёзные и неприятные последствия» [6, 232, 236]. *Флаг тырыса* в игре с его похищением, по нашему мнению, символизирует саму невесту *чындз* вместе с её приданым (нашитые на флаг атрибуты и цветовая гамма флага). Семантика коня в данном случае читается в его медиативных функциях.

Отдельно стоит рассмотреть *всадника на коне барэг*, который выступает и отдельным самостоятельным символом, и знаком солнца и божества. Конь – это солнце, а всадник – божество.

О важности **коня** как субъекта свадебного обрядового текста свидетельствует различная терминология, связанная с лексемой *конь баех*, напр., специальная музыкальная мелодия для джигитовки *баехтæн*

цагъд. Такой термин демонстрирует нам осложнение семантики и символики *коня баех* музыкальным (мелодия) и актуальным (игра) кодами. Так проявляется магия звука в свадебном обрядовом тексте осетин. Три составляющие реалии коня (музыка, игра, конь) в данном случае вместе составляют единый символ.

Согласно народным верованиям осетин, в контексте свадебной обрядности **конь**, на наш взгляд, проявляет себя как олицетворение божества. Сочетание в образе коня символов **солнечной** и **водной** природы касается высшего плодородия.

Обряды перехода у осетин связаны с образом коня, которому готовится специальное кушанье (в случае с гаданием и подготовки к скачкам). Сложившееся в глубокой древности обожествление коня у осетин сохранилось и перенеслось в свадебную обрядность. Истоки обожествления восходят к индоевропейским корням, к тому времени, когда впервые была приручена лошадь. В этой этнической среде существовал её культовый образ.

Известно, что достаточно часто атрибутом белого бога в мифологии индоевропейских и кавказских народов была белая лошадь, а у древних германцев – священные белые кони, по ржанию которых жрецы узнавали волю богов.

Белый конь был связан с солнцем, с огнём и одновременно с культом плодородия. «Символика цвета играла особую роль в представлении индоевропейцев. Белый цвет символизирует верхнее небо, белый цвет – символ сакральной власти» [6, 112]. Отсюда роль коня в семейной обрядности осетин.

Главная функция реалии *конь баех* обрядового свадебного текста осетин проявляется в образе медиатора. Кони, запряженные в повозку, на которой везли невесту (мы имеем в виду прямую функцию перевоза) из дома родного в дом жениха, чужой для неё пока, осуществляли также и символический переход молодой девушки не только в новый дом, а в **новое, другое состояние** (*девушка* → *невеста* → *жена*), что имело немаловажное значение.

Итак, перечислим функции реалии *конь баех* обрядового свадебного текста осетин.

Посредническая – проявляется в прямом практическом назначении коня перевозить невесту и остальных персонажей свадебного обряда из одного дома в другой. Другая функция – **оберегающая** – проявляется в апотропейных свойствах коня. Но самая значительная функция коня – **плодоносящая**, в которой раскрывается основная семантика частотного присутствия реалии

коня *баех* в контексте свадебной обрядности осетин.

В символике реалии коня *баех* присутствует также и хтоническое начало, хотя его основным символом является его солярный образ, что проявляется в связи с водой. Водная сущность – неотъемлемая часть солнечного коня, одновременно и женское начало с ней отождествляется также, а это – общеиндоевропейская черта.

Возможно, помимо практического компонента в паремиях свадебной тематики своё отражение нашла такая связь *коня + вода + женское начало*, где невеста и конь стоят на одном уровне: *сылгоймаг аема баехы сæ цыдай æвзарыныц женицину и коня по походуке выбирают; баех аема ус леджы амондай ысты конь и жена достаются мужчине по везению; байраджы йæ мадай æвзарыныц жеребёнка по матери выбирают* (в значении – невесту выбирают по её матери); *хорз ус аема хорз баех – леджы амонд хорошая жена и хорошая лошадь – счастье для мужчины* и т.д.

Жертвенная и умиловительная роль коня проявлялась в отношении к нему как оберегу в свадебной обрядности, а именно в акциональном коде при перевозе невесты *чынды* и при перевозе приданого невесты *чынды дзаума*.

Коня *баех* в обрядовом свадебном тексте осетин представляет комплексный мифоритуальный образ коня-медиатора, соединяющего род невесты и род жениха; образ посредника, посланника; транспортёра.

Значение коня *баех* как солнца и совмещение его со значением «конь+вода» ярко отражено в свадебной обрядности осетин, одной из важных функций которого было направлено на повышение плодородия.

Таким образом, основные семантические и символические признаки образа коня *баех* в свадебном обрядовом тексте осетин: солярный, хтонический, плодородный (их можно объединить в космогонический аспект), медиативный, жертвенный (обобщаются в обегательных свойствах образа).

Список литературы

1. Абаев В.И. Историко-этимологический словарь осетинского языка. Т. III. – Л.: Наука, 1979. – 360 с.
2. Джыккайтты Шамил. Рагон ирон цард æмæ адæмы зондахаст. Миф. Фольклор. Æгъдау. Дзæуджыхъæу: ЦИПУ-

йы рауагъдад, 2010 аз. – 264 ф. / Джикаев Ш. Ф. Древний быт и мировоззрение осетинского народа. – Владикавказ: Изд-во СОГУ, 2010. – 264 с.

3. Каргиев Б.М. Старинные и современные осетинские обычаи. – Владикавказ: Аланьстон, 2008. – 240 с.

4. Кузьмина Е.Е. Конь в религии и искусстве саков и скифов // Скифы и сарматы. – Киев, 1977. С. 96–119.

5. Топоров В.Н. Мировое дерево: Универсальные знаковые комплексы. Т.2. – М.: Рукописные памятники Древней Руси, 2010. – 496 с.

6. Уарзиати В.С. Избранные труды: Этнология. Культурология. Семитика / Сост. В.А. Цагараев, Е.М. Кочиева. – Владикавказ: Проект-Пресс, 2007. – 552 с.

7. Чочиев А.Р. Очерки истории социальной культуры осетин (традиции кочевничества и оседлости в социальной культуре осетин). – Цхинвали: Ирыстон, 1985. – 290 с.

8. Шанаев Дз.Т. Свадьба у северных осетин // СССР. – Вып. 4. – Тифлис, 1870.

References

1. Abaev V.I. Istoriko-jetimologičeskij slovar' osetinskogo jazyka. T. III. L.: Nauka, 1979. 360 p.

2. Džykkajty Šamil. Ragon iron card æmæ adæmy zondahast. Mif. Fol'klor. Ægъdau. Dzæudžyhъæu: CIPU-jy rauagъdad, 2010 az. – 264 f. / Džhikaev Š. F. Drevnij byt i mirovozzrenie osetinskogo naroda. Vladikavkaz: Izd-vo SOGU, 2010. 264 p.

3. Kargiev B.M. Starinnye i sovremennye osetinskie obyčaji. – Vladikavkaz: Alanyston, 2008. – 240 p.

4. Kuz'mina E.E. Kon' v religii i iskusstve sakov i skifov // Skify i sarmaty. Kiev, 1977. pp. 96–119.

5. Toporov V.N. Mirovoe derevo: Universal'nye znakovye kompleksy. T. 2. – M.: Rukopisnye pamjatniki Drevnej Rusi, 2010. 496 p.

6. Uarziati V.S. Izbrannye trudy: Jetrologija. Kul'turologija. Semiotika / Sost. V.A. Cagaraev, E.M. Kochieva. – Vladikavkaz: Proekt-Press, 2007. 552 p.

7. Čochiev A.R. Očerki istorii social'noj kul'tury osetin (tradicii kočevničestva i osedlosti v social'noj kul'ture osetin). – Chinvalli: Iryston, 1985. 290 p.

8. Šanaev Dz. T. Svad'ba u severnyh osetin // SSSK. Vyp. 4. Tiflis, 1870.

Рецензенты:

Бесолова Е.Б., д.филол.н., доцент, ведущий научный сотрудник отдела осетинского языкознания ФГБУН «Северо-Осетинский институт гуманитарных и социальных исследований им. В.И. Абаева ВНИЦ РАН и Правительства РСО-А», г. Владикавказ;

Гацалова Л.Б., д.филол.н., ведущий научный сотрудник отдела осетинского языкознания ФГБУН «Северо-Осетинский институт гуманитарных и социальных исследований им. В.И. Абаева ВНИЦ РАН и Правительства РСО-А», г. Владикавказ.

Работа поступила в редакцию 14.08.2012.

УДК 81'37; ББК 81.032

ЧАСТЕРЕЧНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЕДИНИЦ ДЕНОТАТИВНЫХ КЛАССОВ <MEER> И <МОРЕ> В НЕМЕЦКОМ И РУССКОМ ЯЗЫКАХ

Федорова М.М.

Гуманитарный институт Северного Арктического федерального университета имени М.В. Ломоносова, Северодвинск, e-mail:marminfed@yandex.ru

В статье дано понятие частей речи сквозь призму семантики языка. Проведен частеречный анализ единиц денотативных классов < Meer/Море > немецкого и русского языков в сопоставительном аспекте. Представлены количественные данные по каждой части речи в изучаемых языках, указаны причины преобладания, или наоборот, малочисленности той или иной части речи. Установлены сходства и различия в частеречной принадлежности денотативно связанных единиц названных языков. Выявлено, какие сферы объективной реальности находят отражение в семантике обоих языков, а какие – в семантике только одного из рассматриваемых языков. Определено, посредством каких именно частей речи фиксируются данные семантические сферы в каждом из языков. Представленное сопоставительно-семасиологическое исследование показывает особенности концептуализации изучаемого объекта действительности носителями немецкого и русского языков, что отражает национально сложившееся состояние языковой категоризации.

Ключевые слова: денотативный класс, когнитивный подход, семантическое пространство, сопоставительное изучение языков, семантические сходства, семантические различия, части речи

PART OF SPEECH CHARACTERISTICS OF THE UNITS OF THE DENOTATIVE CLASSES <MEER> AND <MOPE> IN GERMAN AND RUSSIAN

Fedorova M.M.

Institute of Humanitarian Sciences of Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Severodvinsk, e-mail:marminfed@yandex.ru

In this article the notion «parts of speech» is given through semantics of the language. Contrastive analysis of German and Russian denotative lexical units was accomplished. Quantitative data of the lexical units of each part of speech are shown, the reasons for their predominance or paucity are demonstrated. It is revealed, which spheres of objective reality are reflected in the semantics of the both languages or only in the semantics of one of them, and through what parts of speech they are fixed in each language. The given parts of speech classification presents national condition of language categorization and allows to show some resumes about similarities and differences in the conceptualization of this object in German and Russian in the parts of speech and semantic groups.

Keywords: parts of speech, denotative class, cognitive approach, semasiology, comparative studies

Весь объем информации, доступной уму человека на определенном уровне его развития и необходимой для поддержания и продления жизни, отражается в конкретном языке в виде известной совокупности наименований. Способность называть разные атрибуты материи по-разному, способность слов служить обозначениями по-разному осмысленных фрагментов мира постепенно приводит к разному оформлению наименований для разного содержания, что находит отражение в частеречной принадлежности лексических единиц [3, с. 26].

В современной лингвистике части речи интерпретируются по-разному:

а) как функционально-семантические категории (В.Г. Адмони, Е.В. Гулыга, Б.А. Серебренников, М.Д. Степанова);

б) как особые ономазиологические ряды (В.В. Виноградов, Р.М. Фрумкина, Л.В. Щерба);

в) как специфичные когнитивно-дискурсивные образования (Е.С. Кубрякова, R. Langaker, W. Croft).

Когнитивный подход к частям речи актуализирует проводимую в лингвистической литературе идею об избирательно-

сти национальных языков в способах закрепления свойств и оценок познаваемой субъектом действительности. Самым непосредственным образом с закреплением сведений о различных сторонах существования явления и его отношениях с другими объектами связано значение слов, поэтому особенности фиксации определенных сторон действительности тем или иным языковым коллективом неизбежно отражаются и в способах частеречной закрепленности лексических единиц [4, с. 68–69].

По данным толковых словарей [Дмитриев 2003, Евгеньева 1985, Кузнецов 2000, Ожегов 1992, Duden 1999, Duden 2007, Wahrig 2007], немецкий и русский языки располагают значительным количеством единиц, которые относятся к морской сфере. В нашей работе основанием для включения той или иной лексемы в денотативный класс < Meer>/<Море> явилось наличие в их внутренней форме, дефинициях и/или в зоне иллюстрации словарной статьи следующих идентификаторов названных классов: *mope, морской, заморский, die Hochsee, die Marine, das Meer, das Mittelmeer, die Nordsee, die Ostsee, die See, das Seeklima,*

der Seemann, die Seemannsprache, die Seeräuberei, die Seereise, die Übersee, das Unterseeboot, а также помет *Marine, die Meereskunde, seemännisch, Seemannsspr., das Seewesen, мор.* (в примерах подчеркнуты).

При этом под денотативным классом понимается объединение лексических единиц, которые в своей семантике содержат признак, указывающий на один и тот же объект внешнего мира, то есть так или иначе ориентированы на него и конкретизируют какие-то из его свойств, состояний, отношений. Единицы денотативного класса фиксируют многообразно познанные человеком свойства того или иного явления; устанавливаемые или обнаруженные человеком отношения, в которых находится данный предмет или явление с другими; закрепляют представления о найденных людьми

возможностях использования этих свойств в практической деятельности и др. [6, с. 24].

Сопоставительный анализ частеречной принадлежности лексических единиц одноименных денотативных классов позволяет установить, во-первых, частеречную принадлежность изучаемых единиц в каждом из языков, во-вторых, выявить, какие семантические сферы и посредством каких именно частей речи выражаются в каждом из языков.

Сплошная выборка показала, что денотативный класс <Meer> немецкого языка и денотативный класс <Море> русского языка насчитывают: 2824 и 2964 единицы соответственно. Соотношение денотативно связанных слов различных частей речи в сопоставляемых языках представлено в таблице.

Частеречная отнесенность единиц денотативных классов <Море> русского языка и <Meer> немецкого языка (в ед./%)

Имя денотативного класса	Существительные	Глаголы	Прилагательные	Наречия	Предлоги	Междометия	Причастия	Союзы	Частицы	Числительные	Деепричастие	Вводное слово
<море>	1564 52,7%	862 29,2%	418 14,1%	76 2,6%	17 0,5%	3 0,1%	7 0,2%	6 0,2%	5 0,17%	5 0,17%	1 0,03%	1 0,03%
<das Meer>	2213 78,4%	362 12,7%	205 7,3%	37 1,3%	5 0,2%	2 0,1%	-	-	-	-	-	-

Прокомментируем полученные данные.

Наличие в обоих изучаемых языках денотативно связанных имен существительных, глаголов, имен прилагательных и наречий обусловлено тем, что «...познающий субъект выделяет сначала предметы и действия, а затем признаки тех и других» [2, с. 101].

Как видим, в обоих языках доминируют денотативно связанные имена существительные. Это коррелирует с имеющимися в научной литературе данными о том, что имя существительное является самой многочисленной частью речи в изучаемых языках: в немецком языке существительные составляют до 60% словарного состава [7, с. 124], а в русском языке их насчитывается более 44% [8, с. 933].

В изучаемых языках денотативно связанным существительным численно уступают глаголы. Вместе с тем доля глагольной лексики в изучаемых денотативных классах немецкого и русского языков неодинакова. Это не противоречит данным, в частности, Й. Эрбена, который указывает, что глаголов в немецком языке насчитывается существенно меньше, чем существительных

[7, с. 63]. Наличие в русском языке большого числа префиксов приводит, с одной стороны, к большему числу глаголов с разнообразными значениями, чем в немецком. С другой стороны, в русском языке глаголов значительно меньше, чем имен существительных; глаголы образуют чуть более четверти лексического запаса русского языка [8, с. 933].

В обоих языках сравнительно невелико количество прилагательных. Это обусловлено, во-первых, тем, что в денотативный класс включаются слова, обладающие денотативной общностью с именем соответствующего класса [6, с. 73]. Во-вторых, в немецком языке, в отличие от русского, функцию относительных прилагательных выполняют первые компоненты сложных существительных [1, с. 47]. В-третьих, в немецком языке спорным является вопрос о разграничении кратких форм прилагательных и качественных наречий, что затрудняет отнесение целой группы лексем к разряду прилагательных или наречий. Мы при решении этой проблемы придерживаемся словарных помет *Adverb, Adjektive*, сопровождающих ту или иную

единицу в большинстве привлекаемых к исследованию словарей.

В русском языке денотативно связанных наречий больше, чем в немецком языке. Дело в том, что в современном русском языке заметно расширяется круг наречного словопроизводства посредством имен существительных и прилагательных. В особенности качественные наречия имеют живые синхронно-словообразовательные связи с мотивирующими прилагательными, реализуя высокопродуктивные модели наречного словопроизводства [5, с. 13].

В состав денотативных классов <Meer>/<Море> входят единицы не только знаменательных, но и служебных частей речи, таких как междометия и предлоги. Названные денотативно связанные единицы в обоих языках малочисленны, поскольку в сопоставляемых языках междометия и предлоги, в сравнении с существительными, прилагательными и глаголами, также малочисленны [8, 7].

В отличие от немецкого языка среди денотативно связанных лексем русского языка зафиксированы также союзы *если, и, лишь, ни, только, чем*; частицы *будто, вот, именно, ли, уж* и вводное слово *например*. Например: *если* – (в начале придат. предл.) *участвует в выражении сопоставления с другим предложением или противопоставления ему. Если морской климат мягкий, то континентальный значительно суровее* [9, с. 297].

В немецком и русском языках денотативно связанные существительные являются:

а) наименованиями морских животных и рыб. Например: *der Aal – in Süßwasser u. Meer lebender; schlangenförmiger Fisch mit schlüpfriger Haut* [14]; *акула – крупная хищная морская рыба с веретенообразным телом и большой пастью (обитает в тропических морях, в России встречается в Чёрном, Баренцевом, Балтийском и дальневосточных морях; является объектом промысла)* [9, с. 33];

б) названиями судов или их частей. Например: *der Achtersteven – (Seemannsspr.): Hintersteven* [15], *брас – [голл. bras]. мор. снасть, привязываемая к реям для вращения их в горизонтальной плоскости* [11, с. 94].

2) Среди денотативно связанных глаголов в обоих языках фиксируются единицы, называющие:

а) действия, производимые лицом, которое профессионально связано с морем. Например: *halsen – (Seemannsspr.): den Kurs eines Segelschiffes ändern, indem man es mit dem Heck durch die Richtung dreht, aus der der Wind weht* [14], *авралить – 1. Мор. Участвовать в аврале (1 зн.).* [9, с. 25];

б) физическое состояния субъекта или объекта. Например: *schanghaien – (Seemannsspr.): betrunken machen, in diesem Zustand für ein Schiff anheuern u. [mit Gewalt] an Bord bringen: Matrosen s.* [13]; *усилиться – 1. Стать более сильным, мощным по степени своего проявления. Волнение на море усилилось* [11, с. 517].

3) В обоих языках с помощью прилагательных описываются:

а) состояния моря. Например: *eisfrei – <Adj.>*

1. *nicht zugefroren (Fluss, Meer).*

2. *nicht vereist (Straße)* [15], *спокойный – находящийся в состоянии покоя, малоподвижный или неподвижный; такой, где нет большого движения, шума. С-ое море, озеро.* [9, с. 1250];

б) цвет. Например: *meergrün <Adj.> – einen Farbton von hellem Olivgrün bis zu stumpfem Graugrün aufweisend* [14], *бирюзовый – 2. Зеленовато-голубой, цвета бирюзы. Бирюзовое море.* [12, с. 84].

4) Наречия в обоих языках образуют две семантические группы:

а) направление действий относительно моря. Например: *posuxu – нареч. разг. по сухому месту, сухим путём. Идти, добираться п. Путешествовать п. По морю аки п. пройти (найти выход из безвыходного положения)* [9, с. 939], *seewärts – <Adv.> [-wärts]: zur See hin; der [offenen] See zu: der Wind weht s.* [14];

б) 'месторасположение относительно морской поверхности'. Например: *achtern – <Adv.> [zu (m)niederd. achter, achterlich] (Seemannsspr.): hinten: das Wasser läuft a. ab; nach a.* [13], *тут – нареч. Разг. 1. В этом месте, здесь. Т. тебе и море, и палатка, и людей никого – отдыхай* [9, с. 1354].

5) Денотативно связанные повелительные-побудительные междометия в обоих языках представляют собой устные приказания командира в краткой форме, определенной воинскими уставами. Например: *ree – (Seemannsspr.): Kommando für ein Wendemanöver beim Segeln* [14]; *пли – междом. Воен. команда начинать стрельбу (от повел пали'). – 'Пли' – Наша первая боевая торпеда вырвалась из аппарата и пошла к транспорту. Колюшкин, В глубинах поллярных морей* [11, с. 141].

б) Денотативно связанные предлоги в исследуемых языках передают значение направления или месторасположения относительно какого-либо лица или предмета. Например: *ans <Präp. + Art.> – an das: ans Meer reisen* [14], *около – 2. предлог с род. п. Употребляется при обозначении лица, предмета, вокруг которого совершается что-л, располагается кто, что-л (устар).*

Кто скорее из нас обежит около моря, тот и бери себе полный оброк. Пушкин, Сказка о попе и о работнике его Балде [11, с. 608].

Однако семантическое пространство, организуемое единицами изучаемых денотативных классов немецкого и русского языков, не симметрично.

Лишь в русском языке фиксируются денотативно связанные существительные, которые называют: а) острова, находящиеся вблизи моря. Например: *ихеры, ихер; мн. [от швед. skar] – Небольшие скалистые острова вблизи сильно изрезанных морских берегов: прибрежный морской район с такими островами.* [9, с. 1509]; б) формы, конфигурации морских берегов. Например: *конфигурация, -и; ж. [лат. configuratio] – 1. Очертание, форма чего-л. К. морских берегов* [9, с. 453].

В русском языке имеются глаголы, обозначающие: а) поведение человека, находящегося на море или профессионально связанного с морской сферой: *примкнуть – перен. Стать на чью-л. сторону, разделить чьи-л. мысли, взгляды. [Миклуха] поступил в Морской кадетский корпус. Новиков – Прибой* [11, с. 425]; б) психическое состояние человека: *очертеть – Прост. Надоесть, опротиветь, осточертеть. Матросам более чем кому-либо «очертело» это шатание по океанам полное беспокойств, трудов и опасностей суровой морской службы. Станюкович, Мрачный штурман* [11, с. 733].

Только в русском языке встречаются прилагательные, обозначающие размер, масштаб природного явления или объекта. Например: *чудовищный – 2. Выходящий за пределы обычного по своим размерам, величине, силе. Впереди, бурля пеной, – поднялся чудовищный вал. Новиков Прибой, Женщина в море* [11, с. 691].

Исключительно в русском языке наречия обозначают повторяющиеся действия субъекта. Например: *снова – если кто-либо снова делает что-либо, то это означает, что этот человек повторяет своё действие. Снова спросить. Снова еду в отпуск к морю* [10, с. 1245–1246].

Только в немецком языке денотативно связанные существительные обозначают:

а) напитки, блюда. Например: *das Labskaus – (n.; -; unz.; Kochk.) seemänn. Gericht aus Fleisch, Fisch, Kartoffeln od. Kartoffelbrei u. sauren Gurken [<norw. lapskaus «Stockfisch mit Kartoffeln» <engl. lobscouse, lobscourse; weitere Herkunft nicht bekannt]* [15];

б) болезни. Например: *die Kinetose – (f. 19; Med.) durch Reizung des Gleichgewichtsorgans hervorgerufene Bewegungskrankheit (z. B Seekrankheit) [zu grch. kinein «bewegen»]* [15].

В отличие от русского языка в немецком языке наречия описывают месторасположение оборудования, грузов и такелажа на суд-

не. Например: *außenbords – (Seemannsspr.) außerhalb der Schiffswände; außen an der Schiffswand; vom Schiff aus [nach] außen* [13].

Итак, частеречная организация денотативных классов <Meer> и <Море> в немецком и русском языках отражает национально сложившееся состояние языковой категоризации в каждом из исследуемых языков и позволяет сделать ряд выводов относительно сходных и различных характеристик, проявляющихся при концептуализации изучаемого объекта действительности носителями названных языков.

К сходным характеристикам относятся следующие:

1) репрезентированность денотативно связанной лексики во всех звеньях четырехзвенной парадигмы: существительные, глаголы, прилагательные и наречия;

2) распределение по убывающей языкового материала в четырех звеньях данной парадигмы;

3) доминирование в сопоставляемых языках имен существительных;

4) умеренная наполняемость глагольной и атрибутивной лексикой одноименных денотативных классов в сопоставляемых языках;

5) наличие в составе денотативно связанной лексики наряду со знаменательными частями речи служебных частей речи – предлогов, междометий.

Кроме того, денотативно связанная лексика в обоих языках образует определенные сходные семантические группировки. Так, существительные служат названиями морских животных и рыб, судов и их частей, а также лиц, преимущественно мореплавателей и офицеров военно-морского флота. Глаголы немецкого и русского языков являются наименованиями действий, производимых профессионально связанным с морем субъектом, и обозначают физические состояния субъекта/объекта; указывают на перемещение в каком-либо направлении судна или находящегося на нем человека; называют связанные с морем природные явления. Прилагательные передают состояния моря; обозначают цвет, характеризуют месторасположение объекта/субъекта. Наречия обоих языков фиксируют направление действий субъектов и месторасположение объектов относительно морской поверхности. Денотативно связанные междометия представляют собой устные приказания командира в краткой форме, закреплённые воинскими уставами. И немецкие, и русские предлоги указывают направление или месторасположение относительно какого-либо лица или предмета.

Различия между изучаемыми денотативными классами состоят в следующем:

1) в немецком языке глаголов и наречий в два раза меньше, чем в русском языке, а имен существительных на треть больше;

2) в русском языке наречий больше, чем в немецком;

3) только денотативный класс <Море> русского языка конституируется единицами служебных частей речи: союзами, вводными словами и частицами.

Лишь в немецком языке имеются существительные, которые обозначают напитки и блюда, а также болезни. В немецком языке представлены наречия, описывающие месторасположение оборудования, грузов и судового такелажа.

Только в русском языке фиксируются существительные, называющие острова, формы, конфигурации морских берегов. В русском языке имеются глаголы, которые обозначают поведение человека, находящегося на море или профессионально связанного с морем, а также называют психическое состояние человека. Лишь в русском языке прилагательные обозначают размер, масштаб природного явления или объекта.

Таким образом, денотативный класс <Море> немецкого языка концептуализируется как субстанциональный и статичный вследствие [6] большого количества имен существительных в его составе. По этой же причине рассматриваемый денотативный класс мы характеризуем также как плоскостной, а не объемный [4]. Объемный репрезентируется глагольной лексикой, а глагол представляет собой целую ситуацию, пусть и свернутую.

Денотативный класс <Море> русского языка является субстанционально-динамичным, будучи представлен существительными и глаголами [6]. Одновременно он выступает как объемный. Изучаемый денотативный класс является также и реляционным, о чем свидетельствуют предлоги в его составе. В то же время организуемый посредством междометий денотативный класс русского языка характеризуется эмоциональностью, что не свойственно немецкому языку.

Семантическое пространство, структурируемое денотативно связанными единицами обоих языков, частично совпадает, частично различается.

Список литературы

1. Анохина С.П., Кострова О.А. Сравнительная типология немецкого и русского языков: учебное пособие. – Самара: изд-во СамГПУ, 2006. – С. 47.
2. Блох М.Я. Теоретические основы грамматики: учебник. – М.: Высш. шк., 2000. – С. 101.
3. Кубрякова Е.С. Части речи в ономазиологическом освещении. – М.: Изд-во «Наука», 1978. – С. 26.
4. Нифанова Т.С. Частеречная принадлежность языкового знака как способ концептуализации свойств природных явлений в английском, французском и русском языках // Вестник Поморского университета. – Архангельск, 2003. – № 3. – С. 68–75.
5. Савелова Л.А. Семантика и прагматика русского наречия: автореф. д-ра филол. наук. – Архангельск, 2009. – С. 13.
6. Симашко Т.В. Денотативный класс как основа описания фрагмента мира: монография. – Архангельск: Изд-во Поморского государственного университета, 1998. – 337 с.
7. Erben Deutsche Grammatik. Ein Abriß. – München, 1972. – 392 p.

8. Частотный словарь русского языка под ред. Л.Н. Засориной. – М.: Русский язык, 1977. – С. 933, табл. 7

9. Большой толковый словарь русского языка / сост. и гл. ред. С.А. Кузнецов. – СПб.: Норинт, 2000. – 1536 с.

10. Толковый словарь русского языка / под ред. Д.В. Дмитриева. – М.: ООО «Издательство АСТ», 2003. – 1582 с.

11. Словарь русского языка в 4-х томах / Под ред. А.П. Евгеньевой. – 3-е изд. стереотип. – М.: Изд-во «Русский язык». – С. 1985–1988.

12. Ожегов С.И., Шведова Н.Ю. Толковый словарь русского языка. – М.: Издательство «Азъ», 1992. – 928 с.

13. Duden. Das große Wörterbuch der deutschen Sprache, die 3., völlig neu bearbeiteten und erweiterten Auflage der Buchausgabe in 10 Bänden. – Mannheim: Dudenverlag, 1999.

14. Duden. Deutsches Universalwörterbuch – Mannheim: Dudenverlag, 2007. – 2016 p.

15. Wahrig. Deutsches Wörterbuch. –Wissen Media Verlag GmbH, Gütersloh / München, 2007.

References

1. Anohina S.P., Kostrova O.A. *Sravnitel'naya tipologiya nemetskogo i russkogo yazyka [Comparative typology of German and Russian]: uchebnoe posobie*. Samara: SamGPU, 2006. pp. 47
2. Bloh M.Ya. *Teoreticheskie osnovy grammatiki [Theoretic basis of grammar]: uchebnik*. M.: vyssh. shk., 2000. pp. 101
3. Kubryakova E.S. *Chasti rechi v onomasiologicheskom osvveshenii [Parts of speech in the onomasiological interpretation]*. M.: Nauka, 1978. pp.26
4. Nifanova T.S. *Chasterechnaya prinadleshnostj yazykovogo znaka kak sposob kontseptualisatii svoystv prirodnyh yavleny v angliskom, franzuskom i russkom yazykah [Parts of speech characteristic of the sign as a way of conceptualizing nature phenomena in the English, French and Russian languages] // Vestnik Pomorskogo universiteta. – Arkhangel'sk, 2003. no. 3. pp. 68–75.*
5. Savelove L.A. *Semantika i pragmatika russkogo narachia [Semantic and pragmatic of the russian adverb]: avtoreferat na soiskanie uchenoy stepeni doctora filolog. nauk: 10.02.01 Arkhangel'sk, 2009. pp. 13/*
6. Simashko T.V. *Denotativnyy class kak osnova opisania fragmenta mira [Denotative class as a way of the characterization of the world fragment]: Monografiya. – Arhangel'sk: izdatel'stvo Pomorskogo gosudarstvennogo universiteta, 1998. 337 p.*
7. Erben J. *German grammar. Essay*. München, 1972. 392 p.
8. *Chastotnyy slovar russkogo yazyka [The frequency dictionary of russian language] / Pod red. L.N. Zsorinoy. M.: Russky yazyk, 1977. pp. 933, tabl. 7*
9. *Bolshoy tolkovy slovar russkogo yazyka [The great explanatory dictionary of russian language] / Sost. i gl. red. S.A. Kuznetsov. Spb: «Norint», 2000. 1536 p.*
10. *Tolkovy slovar russkogo yazyka [The explanatory dictionary of russian language] / Pod red. D.V. Dmitrieva. – M.: ООО «Izdatel'stvo AST», 2003. – 1582 s.*
11. *Slovar russkogo yazyka v 4 tomah [The dictionary of russian language in 4 volumes] / Pod red. A.P. Evganjeva. 3-je izd.stereotip. M.: Izdatel'stvo «Russky yazyk», 1985–1988.*
12. Ozhegov S.I., Shvedova N.YU. *Tolkovy slovar russkogo yazyka [The explanatory dictionary of russian language]. M.: Izdatel'stvo «Az», 1992. 928 p.*
13. Duden. *Das große Wörterbuch der deutschen Sprache [The great dictionary of german language], die 3., völlig neu bearbeiteten und erweiterten Auflage der Buchausgabe in 10 Bänden. – Mannheim: Dudenverlag, 1999.*
14. Duden. *Deutsches Universalwörterbuch [The german universal dictionary]. – Mannheim: Dudenverlag, 2007. 2016 p.*
15. Wahrig. *Deutsches Wörterbuch [The dictionary of german language]. –Wissen Media Verlag GmbH, Gütersloh / München, 2007.*

Рецензенты:

Нифанова Т.С., д.филол.н., профессор, зав. кафедрой германской филологии гуманитарного института филиала Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова, г. Северодвинск;
 Лошаков А.Г., д.филол.н., профессор, зав. кафедрой русского языка гуманитарного института филиала Северного (Арктического) федерального университете имени М.В. Ломоносова, г. Северодвинск.

Работа поступила в редакцию 17.09.2012.

ЛИНЕЙНАЯ (КЛАССИЧЕСКАЯ) И НЕЛИНЕЙНАЯ (ПОСТНЕКЛАССИЧЕСКАЯ) КОНЦЕПЦИИ СОЦИАЛЬНО-ИСТОРИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Музыка О.А., Ковтунова Д.В.

*ФГБОУ ВПО «Таганрогский государственный педагогический институт
имени А.П. Чехова», Таганрог, e-mail: omuzika@gmail.com*

В социальном познании обострилось внимание к проблемам оценивания нелинейных исторических процессов, тенденций и перспектив развития современного общества. Для обоснования применения нелинейной методологии к проблеме общественного развития современного общества авторы проводят краткий сравнительный анализ линейных и нелинейных представлений в науке, показывают изменение научной парадигмы от классической до постнеклассической. Научная новизна связана с обращением к нелинейной методологии, к синергетическим принципам анализа проблем нелинейности общественного развития и его рациональной оценки в комплексе теорий и подходов. Изучение противоречивых социально-исторических процессов в контексте нелинейной методологии, социосинергетики, философии времени, с позиции темпоральной референции и через призму оценки социального субъекта есть определенный шаг в познании их сущности, более глубокого, нового порядка. Формирование определённого и адекватного концептуального аппарата, эффективного для проведения работы в данном направлении, предполагает связь как с реконструкцией исторических процессов и обращением к ряду проблем философского рассмотрения исторического знания, так и, с другой стороны, непосредственно с социально-философским подходом к темпоральной референции.

Ключевые слова: линейная и нелинейная концепции, социально-исторический процесс, социосинергетика, социальный субъект, оценка, комплекс теорий и подходов

LINEAR (CLASSICAL) AND NONLINEAR (POSTNONCLASSICAL) THE CONCEPT OF SOCIAL AND HISTORICAL PROCESS: A COMPARATIVE ANALYSIS

Musica O.A., Kovtunova D.V.

*FGBOU VPO «Taganrog State Pedagogical Institute A.P. Chekhov»,
Taganrog, e-mail: omuzika@gmail.com*

In social cognition worsened attention to the problems of nonlinear estimation of historical processes, trends and prospects for development of modern society. To justify the use of non-linear methodology to the problem of social development in modern society, the authors conducted a brief comparative analysis of linear and nonlinear representations of science, show a change in scientific paradigm from classical to postnonclassical. The scientific novelty is associated with an appeal to non-linear methodology to the principles of synergetic nonlinear analysis of the problems of social development and the rational assessment of the complex theories and approaches. The study of controversial social and historical processes in the context of non-linear methodology sotsiosinergitiki, philosophy of time, from the standpoint of temporal reference and evaluation through the lens of the social subject is a definite step in understanding their nature, more in-depth, a new order. The formation of a specific and adequate conceptual apparatus to carry out effective work in this area suggests a connection with the reconstruction of a historical process and appeal to a range of issues of philosophical consideration of historical knowledge, and, on the other hand, directly from the social – philosophical approach to temporal reference.

Keywords: linear and nonlinear concepts, socio-historical process sotsiosinergitika, a social subject, assessment, complex theories and approaches

Одной из важнейших проблем социальной философии XXI века, относящейся к области общественного развития и социодинамики, является проблема направленности социально-исторического процесса. Интерес к этой проблеме возник еще в античности, а в настоящее время он только усилился в связи с кризисами и трансформациями, происходящими в нашем обществе, а также с развитием современной науки. Открытия в науке и технике расширили поле исследований, следствием чего стало появление новых концепций, новых подходов и методов исследований сложных систем, таких как человек и общество в целом. Изменениям подверглась сама научная

парадигма, появились новые теории, например, теория нелинейных динамик, или синергетика, которая привела к изменениям в самом стиле научного мышления. Традиционные классические линейные принципы исследования стали сначала дополняться, а в некоторых случаях и полностью элиминироваться, заменяться нелинейными постнеклассическими представлениями, основанными на синергетическом подходе. Выбор нелинейной методологии в данном контексте неслучаен, так как один из важнейших аспектов нелинейных постнеклассических представлений сопряжен с тем, что субъекты и объекты, прежде казавшиеся постигнутыми с помощью средств, пред-

лагаемых классической и неклассической наукой, оказались намного сложнее, чем предполагалось изначально. А учитывая, что направленные на выявление специфики существования таких сложных объектов, как современное общество, наличные способы познания уже не столько дают ответы, сколько ставят вопросы, видим необходимость обращения к нелинейной методологии, к синергетическим принципам анализа проблем нелинейности общественного развития и его рациональной оценки.

Недостаточная разработка концептуально-методологических принципов анализа современного российского общества как сложной саморазвивающейся системы, отсутствие четко разработанного семантического аппарата, отражающего специфику и перспективы его развития, обусловили приоритетное внимание к исследованию проблемы оценки социально-исторических процессов в контексте нелинейной методологии. Для раскрытия данной проблематики необходимо обосновать выбор именно нелинейной методологии в данном контексте и ответить на следующие вопросы: каковы особенности нелинейных концепций социально-исторического процесса и общественного развития? В чем их отличие и преимущество перед линейными концепциями? Целью данной работы является сравнительный анализ линейной и нелинейной концепций социально-исторического процесса, выделение характеристик линейного и нелинейного типов социально-исторических изменений, а также выявление особенностей оценки проблем общественного развития в контексте теории нелинейных динамик. Методологическую и теоретическую основу исследования составляют, прежде всего, общеполитические принципы и методы исследования, т.е. принципы системности, всесторонности, историзма, конкретности исследования, единство исторического и логического в социальном познании, а также такие социально-политические методы, как конкретно-исторический, сравнительно-исторический и историко-ретроспективный.

Для ответов на поставленные вопросы представим небольшой исторический экскурс формирования линейной и нелинейной концепций в процессе развития науки. Обратим внимание на то, что исторически первой появилась идея нелинейности общественного развития еще в античности, когда были выявлены циклические процессы природы, которые человек перенес на общественное развитие. В период христианства была заложена идея линейной концепции: путь был предопределенным и однознач-

ным – развитие общества идет к Апокалипсису. Понимание священной истории христианства сменяется идеей исторического прогресса, взглядом в будущее. В 18 веке доминирует идея круговорота. Постепенно формируется идея аналогичности развития социального организма и биологического, выделяются стадии развития: юность, зрелость, упадок. Видно, что линейные и нелинейные взгляды на исторический процесс развивались и формировались параллельно, со сменяющим доминированием одних представлений перед другими. В XX веке в связи с бурным техническим развитием общества приоритетной, с одной стороны, являлась линейная концепция, отслеживающая изменения техногенного общества. Выделялись доиндустриальная, индустриальная и постиндустриальная стадии развития общества, которые рассматривались в рамках их линейного роста и прогрессивного развития техногенного общества в целом.

Если обобщить базовые линейные представления об историческом процессе и общественном развитии, то можно выделить следующие соответствующие характеристики линейного типа социальных изменений: во-первых, вся история человечества рассматривается как единый и направленный процесс; во-вторых, линейный прогресс направлен в будущее, воспринимается как движение вперед во времени и пространстве; в-третьих, каждый этап общественного прогресса и движения общества выступает моментом генетического продолжения предшествующего этапа, причем линейные процессы частично поглощают свойства предшествующих этапов и в итоге развивают и обогащают их; в-четвертых, линейная динамика предполагает не только прогресс, но и регресс, как стадии, сменяющие друг друга в историческом процессе в целом; в-пятых, исторический процесс представляется как единая линия, как часть общей разнообразной линейной космической эволюции, вбирающая в себя сложные эволюционные процессы (идея социального эволюционизма). Яркими примерами развития линейной концепции являются классические теории социальной эволюции Э. Дюркгейма (идея эволюции общества как перехода от механической солидарности к органической солидарности, источник эволюции кроется в углублении разделения труда и социальной дифференциации), Г. Спенсера (идея дифференциации и интеграции составляющих общество частей), Ф. Тенниса (идея направленности эволюции от традиционного крестьянского общества к современному индустриальному обществу), а также современные теории

Р. Арона и У. Росту (теория индустриального общества, которая приходит на смену устаревшему аграрному, традиционному обществу) А. Тоффлера, и др.

С другой стороны, не менее активное развитие получила и нелинейная концепция в работах Н.Я. Данилевского (выделял 13 культурно-исторических типов цивилизации, каждый тип имеет 4 формы проявления, которые проходят 4 стадии эволюции: зарождение, возмужание, дряхление и гибель), О. Шпенглера (история человечества насчитывает ряд культур, которые прошли все стадии своего жизненного цикла, культуры, умирая, превращаются в цивилизации), А.Д. Тойнби (исторический процесс рассматривается как совокупность не связанных между собой «локальных цивилизаций», каждая из которых в своем развитии проходит пять этапов: зарождение, становление, надлом, разложение и гибель), П.А. Сорокина (исторический процесс есть циклическая флуктуация типов культур). Основная идея указанных работ заключается в том, что исторический процесс – это функционирование и эволюция множества социальных организмов (цивилизаций), не сопоставимых друг с другом, но развивающихся нелинейно. В 20-х годах XX века заложены идеи нелинейности социальных процессов в работах российских ученых – А.Л. Чижевского (влияние солнечной активности на динамику исторического процесса), Л.Н. Гумилева (концепция этногенеза – этапами развития человеческого общества: от рождения, расцвета и до упадка связывал с жизнью биосферы, с космическими и биохимическими колебаниями), Н.Д. Кондратьева (изучал нелинейные процессы в экономике, в центре внимания – колебательный характер конъюнктуры как процесс, нарастающий или ослабевающий нарушения равновесия целостной системы). Таким образом, А.Л. Чижевский, Л.Н. Гумилев и Н.Д. Кондратьев признавали развитие общественных процессов как путь взлетов и падений, кризисов и их преодоления, как путь колебательный, волнообразный и циклический. Данные концепции представлены в статье как показательные в истории развития нелинейных представлений, но ими не ограничивающиеся, тем более, что в XX веке указанные работы легли в основу многих исследований по экономике, истории, юриспруденции и в других областях научного знания.

Итак, подчеркнем, что в истории социально-философского знания существовали разнообразные теории нелинейности общественного развития, но они по существу являлись феноменологическими, что

означало только выявление и описание процессов развития общества, понимаемых как смена определенных этапов или стадий. Нелинейность заключалась только в колебательном, волнообразном или циклическом характере развития, но для их объяснения применялись линейные закономерности. Однако социальная реальность XXI века показала, что не существует вечных линейных закономерностей, универсальных стадий эволюции, которые можно было бы отнести ко всему обществу, состоящему из разных групп и общностей, тем более, что общество стали признавать сложной системой, развивающейся с течением истории. В постнеклассическом дискурсе доминирующим становится мнение о том, что линейная концепция изучения социально-исторического процесса и социодинамики исчерпала свои эвристические возможности и требуется выработка новых адекватных подходов к анализу проблем общественного развития и направленности социально-исторического процесса, соответствующих времени кризиса, противоречий, трансформаций. Идея нелинейности, зародившаяся еще в античности, развиваясь и дополняясь в течение всех этапов развития научной мысли, в постнеклассике получила новое развитие в рамках развивающегося синергетического подхода, принципы и категориальный аппарат которого могут внести вклад в социально-философское знание в рамках переосмысления проблем, связанных с социально-историческими процессами современного общества, с кризисами и противоречиями, изменениями и трансформациями и др.

Отличительными свойствами мира, подчиняющегося нелинейным закономерностям стали признаваться: необратимость эволюционных процессов; бифуркационный характер эволюции; динамизм структуры самоорганизующихся систем; новое понимание будущего и др. Произошел переход от жесткого лапласовского детерминизма к бифуркационному вероятностному принципу причинноследственных связей. Мир стал хаотическим. Изменчивость, неопределенность и неустойчивость стали характерными чертами нашего мира, осмысление этих черт является важным для постижения нелинейного мира и для включения данных понятий в категориальный аппарат социальной философии. Изменение типа мышления от линейного к нелинейному, от классического к постнеклассическому привело к становлению новой парадигмы и в итоге к формированию новых идей современной научной картины мира. Постнеклассическая наука уходит от представления

о процессе постоянного и поступательного развития. Скорее речь идёт о смене относительно статичных состояний и периодов перехода из одного состояния в другое. Вместе с этим происходит изменение фундаментальных основ постнеклассической науки – закрытые системы уходят на второй план, а их место занимают открытые системы, самоорганизующиеся, нелинейные. Соответственно от равновесия, устойчивости, обратимости наука переходит к проблемам неустойчивости, неравновесности и необратимости. Происходит изменение представлений о самой реальности, от эмпирической к теоретической реальности, т.е. к миру конструктов, моделей и теорий. Реальность теперь рассматривается как фрагмент нового синтетического универсума. Социальное бытие характеризуется как процесс сочетающихся и меняющихся друг друга видов деятельности людей, выступающих в рамках социального пространства и социального времени. Понимание реальности как динамической целостности, пожалуй, – основная характеристика нового постнеклассического взгляда на мир.

Таким образом, краткий сравнительный анализ линейной и нелинейной концепций социально-исторического процесса, а также выделение характеристик линейного и нелинейного типа социальных изменений, показал возможность и перспективы нелинейной синергетической методологии в раскрытии проблем нелинейности общественного развития и направленности социально-исторического процесса. В контексте нелинейной методологии полагаем, что социально-исторический процесс может представляться как веер возможных альтернатив, как многовариантность общественного развития, поэтому целесообразно раскрыть специфику оценки тенденций и перспектив развития исторического процесса. Источником и важным компонентом социальных изменений является сам социальный субъект, поэтому без обоснования его роли, статуса и функций невозможно дать адекватную оценку социально-историческому процессу. Для полного освещения проблемы и представления возможных вариантов решения необходимо применение целого комплекса теорий и подходов, таких как теория рациональности, моментно-интервальная концепция, семантический подход, синергетический подход, социально-философский подход к темпоральной референции, разрабатываемые научной школой «Время и процессы» под руководством профессора В.В. Попова, что является задачей для продолжения исследования. Комплекс указанных теорий и подходов позволит дать оценку со-

циально-исторических процессов в контексте философии времени; оценить тенденции и перспективы развития исторического процесса и т.д.

Выбор именно синергетической методологии к проблеме оценки социально-исторического процесса в целом и процесса саморазвития общества, в частности, в период кризиса неслучаен. Традиционные научные подходы, базирующиеся на детерминизме и линейных принципах развития систем любой природы, не могут сегодня объяснить нелинейные, кризисные и глобальные процессы, происходящие в социуме, предполагающие разные варианты будущего развития такой сложной системы, как общество. Рост разнообразия взаимосвязей между составляющими элементами общества увеличивает вероятность возникновения социальных противоречий и кризисов, что приводит к необходимости теоретического конструирования моделей, позволяющих анализировать «кризис» и прогнозировать возможные варианты его разрешения. В современном познании одной из наиболее активно обсуждаемых проблем является моделирование социально-исторического процесса. В рамках постнеклассической науки и социально-философского знания исследование системной модели социально-исторического процесса определяется комплексным характером человеческой деятельности, неоднозначностью оценок ее содержания, структуры и функций, относительностью границ между предметом и объектом, соотношения целей и средств, материальных и духовных аспектов.

Одним из наиболее перспективных подходов, изучающих нелинейные и неравновесные процессы в сложных системах природы, общества и человека, является социосинергетика. Синергетический подход позволяет не только описать особенности сложной структуры современного российского социума, но и объяснить механизмы его самоорганизации и организации, дать рациональную оценку саморазвивающемуся обществу, представить соответствующий категориальный аппарат.

Недостаточная разработка концептуально-методологических принципов анализа современного российского общества как сложной саморазвивающейся системы, отсутствие четко разработанного семантического аппарата, отражающего специфику и перспективы развития будущих сценариев в контексте состояний исторических процессов по отношению к темпоральному индексу, обусловило приоритетное внимание к исследованию проблемы возможных

сценариев будущего развития общества, к проблеме рациональности оценки саморазвивающихся систем, к проблеме оценки исторических процессов в контексте философии времени, к проблеме особенностей оценки тенденций и перспектив развития исторического процесса, а также социальных событий и т.д.

Полученные в исследовании результаты будут способствовать выделению новых сегментов теории оценок и теории прогнозирования для дальнейшего проведения анализа и оценки исторических процессов в целом и социальных противоречий в частности. Они могут иметь практическое применение при использовании механизма разрешения социального противоречия современного российского общества как в научной сфере, так и политической, экономической. Они важны при решении ряда философских проблем методологического характера, связанных с различными аспектами конструирования переходных процессов социального субъекта в точке социальной бифуркации, в системе прогнозирования развития современного общества. Они могут быть использованы при постановке и решении проблем социальной философии и методологии исторического исследования; для методологического обеспечения таких учебных дисциплин, как философия, история и философия науки, социология, культурология и др.

Список литературы

1. Музыка О.А. Социальная синергетика: методология, семантика, аксиология: учебное пособие. – Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2010. – 288 с.
2. Попов В.В., Щеглов Б.С., Иваненко А.А. Социальное противоречие: методология, семантика, логика. – Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2010. – 250 с.
3. Попов В.В., Щеглов Б.С. Теория рациональности (неклассический и постнеклассические подходы): учебное пособие. – Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2006. – 320 с.
4. Синергетическая парадигма. Социальная синергетика. – М.: Прогресс-Традиция, 2009. – 688 с.

5. Тамбиева З.С. Нелинейные процессы социального развития общества: автореф. дис. ... канд. филос. н. – Ставрополь, 2005. – С. 7.

6. Haken H. Principles of Brain Functioning. A Synergetic Approach to Brain Activity, Behavior and Cognition. – Berlin: Springer, 1996.

7. Popov V.V. Interval semantics and problem of possible worlds // Leibniz: Tradition and Actuality. – Leipzig, 1997.

8. Schermer M. The Chaos of History: On a Chaotic Model That Represents the Role of Contingency and Necessity in Historical Sequences // Nonlinear Science Today. – 1993. – Vol. 2. – № 4.

8. Weidlich W. Synergetic Modelling Concepts for Sociodynamics with Application to Collective Political Opinion Formation // Journal of Mathematical Sociology. – 1994. – Vol. 18. – no. 4. – pp. 267–291.

References

1. Music O. Social Synergetics: methodology, semantics, Axiology: a tutorial. – Rostov n / D Univ SFU, 2010. 288.
2. Popov VV, Shcheglov, BS, AA Ivanenko social contradiction: methodology, semantics, and logic. Rostov n / D Univ SFU, 2010. 250 p.
3. Popov VV, Shcheglov, BS The theory of rationality (and non-classical approaches postnonclassical): a tutorial. Rostov n / D. Univ SFU, 2006. 320.
- Synergetic Paradigm. Social Synergetics. Moscow: Progress-Tradition, 2009. 688 p.
4. Tambieva ZS Nonlinear processes of social development // Abstract of thesis. k.filos.n., Stavropol in 2005. C.7.
5. Haken H. Principles of Brain Functioning. A Synergetic Approach to Brain Activity, Behavior and Cognition. Berlin: Springer, 1996.
6. Popov V.V. Interval semantics and problem of possible worlds // Leibniz: Tradition and Actuality. Leipzig, 1997.
7. Schermer M. The Chaos of History: On a Chaotic Model That Represents the Role of Contingency and Necessity in Historical Sequences // Nonlinear Science Today. 1993. Vol. 2. no. 4.
8. Weidlich W. Synergetic Modelling Concepts for Sociodynamics with Application to Collective Political Opinion Formation // Journal of Mathematical Sociology. 1994. Vol. 18. no. 4. P. 267–291.

Рецензенты:

Попов В.В., д.филос.н., профессор кафедры философии ФГБОУ ВПО «ТГПИ им. А.П. Чехова», г. Таганрог;

Щеглов Б.С., д.филос.н., профессор кафедры философии ФГБОУ ВПО «ТГПИ им. А.П. Чехова», г. Таганрог.

Работа поступила в редакцию 30.08.2012.

УДК 544.6:533.379 + 546.21

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО РАСТВОРА ПРИ ДЕЙСТВИИ АКТИВНЫХ ФОРМ КИСЛОРОДА И АЗОТА

¹Мартусевич А.К., ¹Перетягин С.П., ²Иванникова Е.В.

¹ФГБУ «Нижегородский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии»

Минздравсоцразвития России, Нижний Новгород;

²ГБУЗ НО «Нижегородская областная клиническая больница»,
Нижний Новгород, e-mail: cryst-mart@yandex.ru

Оценена динамика физико-химических параметров (рН, окислительно-восстановительного потенциала, содержания растворенного кислорода) 0,9% раствора хлорида натрия при его барботировании источниками активных форм кислорода и азота (кислородом; озono-кислородной смесью; кислородом, обработанным электромагнитным полем (дарсонвализация); холодной плазмой, насыщенной оксидом азота). Продолжительность барботирования для модифицированного дарсонвализацией кислорода составляла 1, 3 и 10 минут, для нитроксилирования раствора – 1, 3 и 5 минут. Используемые концентрации озона – 1000, 5000 и 10000 мкг/л. Уровень рН и окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) растворов определяли с помощью портативного рН-метра «HI-8314» (Румыния). Температурный градиент и содержание растворенного кислорода оценивали с применением оксигнометра «Oxygenmeter АТТ-3010» (Тайвань). Установлено, что оксигенация способствует снижению окислительно-восстановительного потенциала раствора, увеличивая содержание растворенного кислорода при сохранении исходного рН. Обработка физиологического раствора кислородом, модифицированным при помощи дарсонвализации, приводит к повышению ОВП раствора. Озонирование, также не изменяя рН жидкой системы, дозозависимо стимулирует ее окислительный потенциал. Непродолжительное нитроксилирование раствора (не более 3 минут) демонстрирует эффекты, аналогичные низким концентрациям озона (1000 мкг/л) и кратковременному (1 минута) воздействию активированного полем Д'Арсонваля кислорода. Продолжительная (5 минут) обработка раствора оксидом азота, приводящая к накоплению нитрит- и нитрат-ионов, способствует сильному закислению раствора, сопровождающемуся выраженным ростом его ОВП и снижением количества растворенного кислорода.

Ключевые слова: оксид азота, синглетный кислород, токи Д'Арсонваля, рН, окислительно-восстановительный потенциал растворов

PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF SODIUM CHLORIDE SOLUTION AT ACTIVE OXYGEN AND NITROGEN EFFECT

¹Martusevich A.K., ¹Peretyagin S.P., ²Ivannikova E.V.

¹Nizhny Novgorod Research Institute of Traumatology and Orthopaedy, Nizhny Novgorod;

²Nizhny Novgorod Regional Clinical Hospital, Nizhny Novgorod, e-mail: cryst-mart@yandex.ru

We tested dynamics of some physical and chemical parameters (pH, oxidative and reductive potential, soluted oxygen level) of 0.9% sodium chloride solution at its barbotage by sources of reactive oxygen and nitrogen species (oxygen; ozone and oxygen mixture; oxygen, modified by d'arsonvalization; cold plasma, saturated by nitrogen oxide). Barbotage period for oxygen, modified by d'arsonvalization, was 1, 3 and 10 min, for nitroxilation – 1, 3 and 5 min. We used different ozone concentrations (1000, 5000 and 10000 mcg/l). Solution pH level and its oxidative and reductive potential were estimated by pH-meter «HI-8314». Temperature gradient and soluted oxygen level were tested on «Oxygenmeter АТТ-3010» apparatus. It was stated, that solution oxygenation leads to reduce of oxidative and reductive potential with elevation of soluted oxygen level. Prevent oxygen processing by d'arsonvalization causes the increasing of solution oxidative and reductive potential. Ozonation induced dose-dependent stimulation of solution oxidative possibilities. Short (1-3 min) nitroxilation of sodium chloride solution leads to analogical (with ozonation and modified oxygenation) changes. Long (5 min) nitroxilation causes solution strong acidification with high growth of oxidative and reductive potential and soluted oxygen consumption.

Keywords: nitrogen oxide, singlet oxygen, d'arsonvalization, pH, oxidative and reductive potential, solutions

В настоящее время наблюдается неуклонный рост исследований, посвященных изучению эффекта действия регуляторов радикальных процессов на биологические системы различного уровня организации [1, 3–6, 8, 10, 12, 13]. Следует отметить, что акцент этих изысканий отчетливо смещен в сторону оценки организменного эффекта данных лечебных физико-химических факторов [1, 5, 6, 8–10]. Так, большинство работ в этой области посвящены рассмотрению эффективности озона [1, 6, 8], синглетного кислорода [3, 10, 11] и оксида азота [5, 7, 12–15] при экспериментальной

патологии и в условиях клинической апробации.

Отдельным направлением использования источников активных форм кислорода (АФК) и азота способно выступать системное применение физиологического раствора, модифицированного путем барботирования последнего потоком воздуха, содержащего АФК [1, 5, 8]. В связи с этим принципиальную значимость имеет исследование характера сдвигов физико-химических параметров указанной инфузионной среды при ее обработке источниками АФК. На основании этих сведений можно предпо-

лагать направленность физико-химических перестроек, которые будут происходить при действии модифицированного физиологического раствора на биологические жидкости (прежде всего, на кровь и ее компоненты) в условиях *in vitro* и *in vivo*. Кроме того, подобный подход позволяет выбрать максимально щадящие режимы воздействия, не смещающие гомеостаз основных параметров биосред.

Цель исследования: оценить особенности действия активных форм кислорода и азота на физико-химические параметры физиологического раствора.

Материалы и методы исследования

Нами проведен комплекс исследований некоторых физико-химических параметров (рН, окислительно-восстановительного потенциала, содержания растворенного кислорода) 0,9% раствора хлорида натрия до и сразу по окончании барботирования различными газообразными источниками активных форм кислорода и азота. В спектр воздействующих факторов были включены: кислород; озono-кислородная смесь; кислород, предварительно обработанный электромагнитным полем (дарсонвализация); холодная плазма, насыщенная оксидом азота.

Скорость барботирования при пропускании через физиологический раствор нативного и модифицированного полем Д'Арсонваля кислорода и озono-кислородной смеси составляла 1 л/мин; при барботировании насыщенной оксидом азота плазмой – 2 л/мин. Генерацию электромагнитного поля осуществляли с помощью аппарата для дарсонвализации «Карат Д-212» (Россия). В качестве переменного параметра при модификации кислорода электромагнитным полем использовали время воздействия (1, 3 и 10 минут). Для каждого воздействия выполняли 5 повторностей эксперимента.

Для получения холодной плазмы, обогащенной оксидом азота, применяли аппарат «Плазон» (Россия) [5, 13]. В плазме, которой барботировали физиологический раствор, с помощью полимерного переходника создавали действующую концентрацию оксида азота 800 мкг/л (расстояние от сопла аппарата 10 см). Время воздействия составляло 1, 3 и 5 минут. Озono-кислородную смесь получали с использованием озонатора «Медозонс БМ-03» (Россия). На выходе из аппарата создавали концентрацию озона 1000, 5000 и 10000 мкг/л.

Уровень рН и окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) растворов определяли портативным рН-метром «НН-8314» (Румыния). Температурный градиент и содержание растворенного кислорода оценивали с применением оксигенометра «Oxygenmeter АГТ-3010» (Тайвань).

Полученные данные были обработаны в программном пакете Statistica 6.0. Нормальность распределения значений параметров оценивали с использованием критерия Шапиро-Уилка. С учетом характера распределения признака для оценки статистической значимости различий применяли Н-критерий Краскала-Уоллеса.

Результаты исследования и их обсуждение

На основании проведенных экспериментов было установлено, что изучаемые

физико-химические факторы оказывают разнонаправленное действие на физико-химические показатели физиологического раствора. Несмотря на то, что все сопоставляемые воздействия приводят к снижению уровня рН рассматриваемой жидкости, степень выраженности сдвигов существенно варьирует (рис. 1). Так, озонирование физиологического раствора вне зависимости от концентрации данной АФК не способствует смещению кислотности среды. Оксигенирование (при пропускании как нативного, так и модифицированного дарсонвализацией кислорода) раствора хлорида натрия также не приводит к существенному снижению рН, однако предварительная обработка кислорода электромагнитным полем в большей степени способствует закислению системы по сравнению с ее озонированием ($p < 0,05$). Следует отметить, что указанный эффект не носит дозозависимого характера.

Наиболее выраженное смещение рН физиологического раствора выявлено при его обработке плазмой, насыщенной оксидом азота (рис. 1). Так, уже после барботирования раствора хлорида натрия в течение 1 минуты градиент его рН достигает $-0,91 \pm 0,09$, а при увеличении времени экспозиции до 3 и 5 минут прогрессивно нарастает (до $-1,24 \pm 0,06$ и $-3,73 \pm 0,14$ соответственно). Эта динамика свидетельствует о наличии связи между продолжительностью барботирования оксидом азота и выраженностью сдвига рН раствора, что указывает на наличие дозозависимости.

В отношении градиента окислительно-восстановительного потенциала физиологического раствора исследуемые физико-химические факторы демонстрировали более существенные различия (рис. 2). В частности, только оксигенация приводила к снижению уровня данного показателя. Остальные изученные воздействия приводили к нарастанию ОВП раствора, однако не при всех из них регистрировали дозозависимые сдвиги параметра. Так, при применении модифицированного дарсонвализацией кислорода наиболее выраженное смещение показателя было выявлено при трехминутной обработке физиологического раствора, тогда как увеличение продолжительности воздействия до 10 минут, как и уменьшение до 1 минуты, снижало уровень ОВП ($p < 0,05$).

Четкая зависимость от дозы была выявлена при использовании различных насыщающих концентраций озона. Так, при увеличении действующей концентрации озона с 1000 до 5000 мкг/л прирост ОВП нарастает с $61,2 \pm 2,1$ до $139,0 \pm 3,8$ мВ (в 2,3 раза; $p < 0,05$), а при применении concentra-

ции озона 10000 мкг/л – до $340,0 \pm 5,6$ мВ (в 5,56 раза по сравнению с концентрацией 1000 мкг/л, $p < 0,05$; в 2,45 раза – по отношению к концентрации 5000 мкг/л,

$p < 0,05$). На наличие дозозависимости дополнительно указывает положительная корреляция высокой силы между концентрацией озона в потоке и ОВП ($r = + 0,98$).

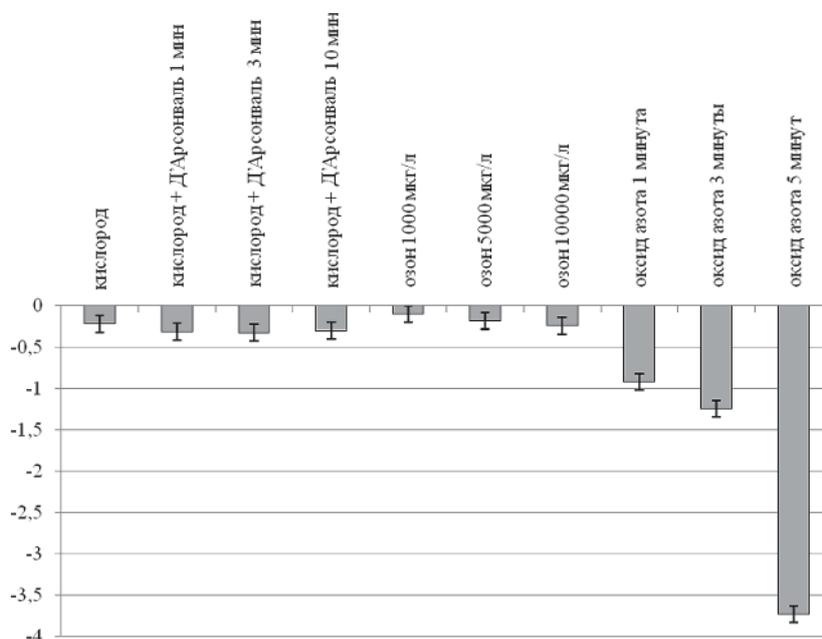


Рис. 1. Градиент рН 0,9% раствора хлорида натрия при его барботировании различными источниками активных форм кислорода и азота в газовой фазе

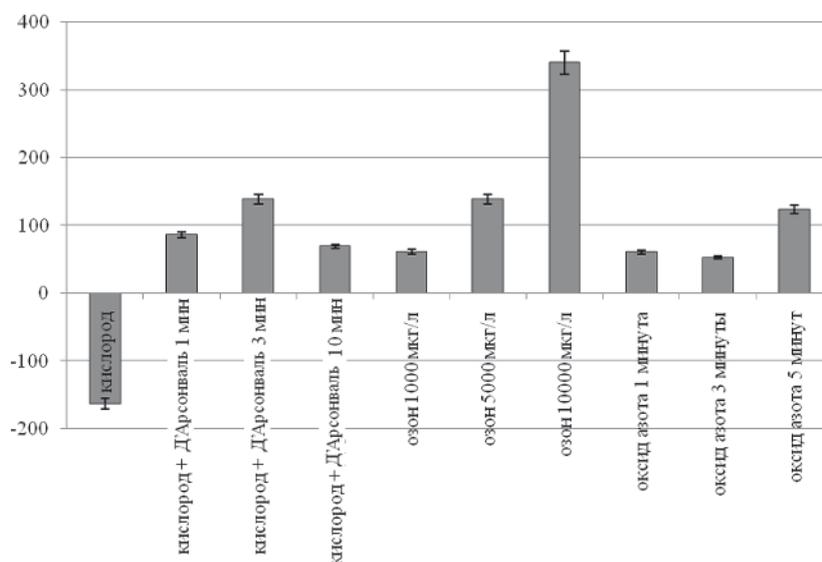


Рис. 2. Градиент окислительно-восстановительного потенциала 0,9% раствора хлорида натрия при его барботировании различными источниками активных форм кислорода и азота в газовой фазе (в мВ)

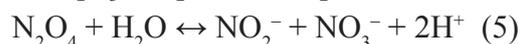
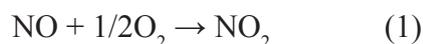
Особый характер зависимости окислительно-восстановительного потенциала был выявлен относительно продолжительности нитроксилирования физиологического раствора (см. рис. 2). Барботирование раствора плазмой, насыщенной оксидом азота, в течение 1 или 3 минут приводит

к значимому повышению ОВП, сопоставимому с эффектом низких концентраций озона (1000 мкг/л) или непродолжительной (1 минута) оксигенации с предварительной обработкой кислородом током Д²Арсонваля (Δ ОВП = $+ 60,5 \pm 3,7$ и $+ 52,5 \pm 4,5$ мВ соответственно). Увеличение продолжитель-

ности воздействия до 5 минут приводит к «парадоксальному» нарастанию значения параметра до $124,0 \pm 5,1$ мВ относительно исходного уровня. Это, по нашему мнению, указывает на изменение характера реакций, происходящих в физиологическом растворе при длительном нитроксилировании. Характер этих процессов раскрывается более полно при анализе динамики содержания кислорода в растворе при рассматриваемых видах воздействий. На основании проведенных исследований установлено, что оксигенация, озонирование и обработка модифицированным дарсовализацией кислородом приводят к нарастанию данного показателя (без четкой дозозависимости), тогда как барботирование холодной плазмой, содержащей 800 мкг/л оксида азота, – к снижению концентрации растворенного кислорода.

Для правильной трактовки этих результатов следует привести некоторые физико-химические характеристики оксида азота, связанные с его растворением. Известно, что оксид азота (II) [NO] – бесцветный газ, умеренно растворимый в воде (1,9 мкМ при 25 °С), в водной среде легко окисляемый кислородом воздуха [2]. В связи с этим сохранность растворов оксида азота некоторые авторы предлагают обеспечивать предварительной аэрацией их ультразвуком с последующим пропусканием через раствор, содержащий пирогаллол.

С учетом дизайна нашего эксперимента (применение водного 0,9% раствора хлорида натрия; его насыщенность атмосферным кислородом и отсутствие препятствий для его дополнительного насыщения в процессе нитрозилирования) в жидкой системе можно предположить протекание следующих реакций, приводящих к практически полному превращению NO в нитрит-анион [2]:



При этом в реальных жидкостях преобладают реакции (3) и (4) в сравнении с реакцией (5); вследствие этого образующаяся концентрация нитрат-иона невелика относительно концентрации нитрит-иона [2]. В связи с вышеперечисленным можно предположить, что в физиологическом растворе при его длительном (5 минут) нитроксилировании в условиях активного расхода растворенного кислорода происходит

накопление значительного количества нитрит- и нитрат-анионов, что приводит к закислению жидкой системы и существенно увеличению ее ОВП.

Заключение

Таким образом, исследованные варианты барботирования физиологического раствора источниками активных форм кислорода и азота приводят к разнонаправленным сдвигам физико-химических параметров. Так, оксигенация способствует снижению окислительно-восстановительного потенциала раствора, увеличивая содержание растворенного кислорода при сохранении исходного рН, т.е. не вызывает химических реакций в растворе. Обработка физиологического раствора кислородом, модифицированным при помощи дарсовализации, по-видимому, обеспечивая систему большим ассортиментом АФК, приводит, кроме увеличения содержания растворенного кислорода, к повышению ОВП раствора. Озонирование, также не изменяя рН жидкой системы, дозозависимо стимулирует ее окислительный потенциал, параллельно являясь источником молекулярного кислорода. Исследование влияния холодной плазмы, насыщенной оксидом азота, позволило установить, что непродолжительное барботирование (не более 3 минут) демонстрирует эффекты, аналогичные низким концентрациям озона (1000 мкг/л) и кратковременному (1 минута) воздействию активированного током Д'Арсонваля кислорода. Продолжительная (5 минут) обработка раствора оксидом азота, приводящая к накоплению нитрит- и нитрат-ионов, способствует сильному закислению раствора, сопровождающемуся выраженным ростом его ОВП и снижением количества растворенного кислорода. В связи с этим мы предполагаем, что продолжительная (5 минут и более) обработка газообразным оксидом азота будет оказывать неблагоприятное действие и на физико-химический гомеостаз жидких биологических систем.

Список литературы

1. Алехина С.П., Щербатюк Т.Г. Озонотерапия. Клинические и экспериментальные аспекты. – Н. Новгород, 2003. – 239 с.
2. Граник В.Г., Григорьев Н.Б. Оксид азота (NO). Новый путь к поиску лекарств. – М.: Вузовская книга, 2004. – 360 с.
3. Заворотная Р.М. Синглетный кислород при лечении ряда патологических процессов: физико-химические аспекты // Украинский ревматологический журнал. – 2002. – № 1. – С. 35–37.
4. Костюк В.А., Потапович А.И. Биорадикалы и биоантиоксиданты. – Минск: БГУ, 2004. – 174 с.
5. Применение газового потока, содержащего оксид азота (NO-терапия) в комплексном лечении гнойных ран / К.В. Липатов [и др.] // Хирургия. – 2002. – № 2. – С. 41–43.

6. Масленников О.В., Конторщикова К.Н. Озонотерапия: Руководство для врачей. – Н.Новгород, 2008. – 342 с.

7. Метельская В.А., Гуманова Н.Г. Скрининг-метод определения уровня метаболитов оксида азота в сыворотке крови // Клиническая лабораторная диагностика. – 2005. – № 6. – С. 15–18.

8. Применение озона как средства детоксикации в раннем периоде ожоговой болезни / С.П. Перетягин, А.А. Стручков, А.К. Мартусевич, О.В. Костина, А.С. Лузан // Скорая медицинская помощь. – 2011. – Т. 12, № 3. – С. 39–43.

9. Циклические превращения оксида азота в организме млекопитающих / В.П. Реутов, Е.Г. Сорокина, В.Е. Охотин, Н.С. Косицын. – М.: Наука, 1998.

10. Синглетно-кислородная терапия / под ред. И.З. Самсоюк, Л.И. Фисенко. – Киев, 2007. – 228 с.

11. Узденский А.Б. Клеточно-молекулярные механизмы фотодинамической терапии. – М.: Наука, 2010. – 321 с.

12. Remizova M.I. et al. Effect of dinitrozyl iron complexes with glutathione on hemorrhagic shock followed by saline treatment // Eur. J. Pharmacol. – 2011. – Vol. 662. – P. 40–46.

13. Shekhter A.B. et al. Beneficial effect of gaseous nitric oxide on the healing of skin wounds // Nitric oxide. – 2005. – Vol. 12. – P. 210–219.

14. Vanin A.F. Dinitrosyl iron complexes with thiolate ligands: physico-chemistry, biochemistry and physiology // Nitric Oxide. – 2009. – Vol. 21. – P. 1–13.

15. Vanin A.F., Chazov E.I. Prospects of designing medicines with diverse therapeutic activity on the basis of dinitrosyl iron complexes with thiol-containing ligands // Biophysics. – Vol. 56, № 2. – P. 268–275.

References

1. Alekhina S.P., Scherbatyuk T.G. Ozonoterapija. Klinicheskie i jeksperimental'nye aspekty [Ozone therapy. Clinical and experimental aspects]. Nizhny Novgorod, 2003. 239 p.

2. Granik V.G., Grigorev N.B. Oksid azota (NO). Novyj putk poisku lekarstv [Nitrogen oxide (NO). A new way to medicine search]. Moscow, 2004. 360 p.

3. Zavorotnaya R.M., *Ukrainskij revmatologicheskij zhurnal*, 2002, no. 1, pp. 35–37.

4. Kostyuk V.A., Potapovich A.I. Bioradikaly i bioantioksidanty [Bioradicals and bioantioxidants]. Minsk, 2004. 174 p.

5. Lipatov K.B. et al., *Hirurgija*, 2002, no. 2, pp. 41–43.

6. Maslennikov O.V., Kontorschikova K.N. Ozonoterapija: Rukovodstvo dlja vrachej [Ozone therapy: Guidelines for doctors]. Nizhny Novgorod, 2008. 342 p.

7. Metelskaya V.A., Gumanova N.G., *Klinicheskaja laboratornaja diagnostika*, 2005, no. 6, pp. 15–18.

8. Peretyagin S.P., Struchkov A.A., Martusevich A.K. et al., *Skoraja medicinskaja pomoshch*, 2011, vol. 12, no. 3, pp. 39–43.

9. Reutov V.P., Sorokina E.G., Ohotin V.E., Kositsin N.S. *Ciklicheskie prevrascheniya oksida azota v organizme mlekopitayuschih* [Cyclic transformations of nitrogen oxide in animals organism]. Moscow, 1998.

10. Samosyuk I.Z., Fisenko L.I. *Singletno-kislородnaya terapiya* [Singlet oxygen therapy]. Kiev, 2007. 228 p.

11. Uzdenkiy A.B. *Kletochno-molekulyarnye mehanizmy fotodinamicheskoy terapii* [Cellular and molecular mechanisms of photodynamic therapy]. Moscow, 2010. 321 p.

12. Remizova M.I. et al. Effect of dinitrozyl iron complexes with glutathione on hemorrhagic shock followed by saline treatment // Eur. J. Pharmacol. 2011. Vol. 662. pp. 40–46.

13. Shekhter A.B. et al. Beneficial effect of gaseous nitric oxide on the healing of skin wounds // Nitric oxide. 2005. Vol. 12. pp. 210–219.

14. Vanin A.F. Dinitrosyl iron complexes with thiolate ligands: physico-chemistry, biochemistry and physiology // Nitric Oxide. 2009. Vol. 21. pp. 1–13.

15. Vanin A.F., Chazov E.I. Prospects of designing medicines with diverse therapeutic activity on the basis of dinitrosyl iron complexes with thiol-containing ligands // Biophysics. Vol. 56, no. 2. pp. 268–275.

Рецензенты:

Жданова О.Б., д.б.н., доцент, зав. кафедрой гистологии, эмбриологии и цитологии ГОУ ВПО «Кировская государственная медицинская академия» МЗСР РФ, г. Киров;

Мухина И.В., д.б.н., профессор, зав. кафедрой нормальной физиологии им. Н.Ю. Беленкова ГБОУ ВПО «Нижегородская государственная медицинская академия» МЗСР РФ, г. Нижний Новгород;

Полещук О.Х., д.х.н., профессор, зав. кафедрой органической химии, Томский государственный педагогический университет Министерства науки и образования, г. Томск.

Работа поступила в редакцию 23.04.2012.

УДК 66.014, 543.421/424 + 51-74

**ТЕРМООКСИЛИТЕЛЬНАЯ ДЕСТРУКЦИЯ ПОЛИБУТАДИЕНОВ
ПОД ВЛИЯНИЕМ СМЕСИ ФУЛЛЕРЕНОВ ГРУППЫ C₅₀-C₉₂****Чичварин А.В., Игуменова Т.И., Гудков М.А.***Старооскольский технологический институт (филиал) ФГОУ ВПО НИТУ МИСИС,**Старый Оскол, e-mail: kaf.himia@mail.ru;**Воронежский государственный университет инженерных технологий,**Воронеж, e-mail: igymti8@rambler.ru*

Проведено исследование механизма физико-химического взаимодействия смеси фуллеренов с диеновыми каучуками. В качестве объектов исследования рассматривали промышленные полибутадиеновые каучуки: СКД-Nd и СКД-Ti, соответственно синтезированные на неодимовом и титановом катализаторах. Модификацию полимерных систем проводили путем их смешения с фуллеренами фракции C₅₀-C₉₂. Обработка экспериментальных данных, полученных методом инфракрасной спектроскопии, ввиду их схожести проведена на основании хемометрического подхода к описанию результатов. Проанализированы очень малые изменения оптической плотности характерных групп каучуков. Для извлечения из массивов экспериментальных данных скрытой информации о химических взаимодействиях смеси фуллеренов с каучуковой основой применен дискриминантный анализ. Показано влияние фуллеренов на макромолекулы исследуемых каучуков. Показана эффективность дискриминантного анализа в каноническом варианте. Рассмотрен механизм взаимодействия вводимых фуллеренов с полимерной основой. Выявлены группы каучуков, способные взаимодействовать с вводимым модификатором. Установлено, что взаимодействие смеси фуллеренов с каучуками протекает по несопряженным двойным связям.

Ключевые слова: каучук, фуллерен, факторный анализ, инфракрасный спектр**CHARACTER OF THERMAL DESTRUCTION POLYBUTADIENE
UNDER THE INFLUENCE MIX FULLERENE C₅₀-C₉₂ CLUSTER****Chichvarin A.V., Igumenova T.I., Gudkov M.A.***Stary Oskol Technological institute (branch) NRTI «MISA», Stary Oskol, e-mail: kaf.himia@mail.ru;**Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, e-mail: igymti8@rambler.ru.*

The analysis of results chemometrics research as respects to some synthetic rubbers skims together with fullerenes mix. Structure of use modifiers a mix of fullerenes C₅₀-C₉₂. Objects research consider industrial brand of butadiene synthetic rubber: SRD-Nd and SRD-ti, according to synthesize on neodimium and titanic catalysts. Modification of polymeric systems make by force of mixing polybutadiene synthetic rubbers with C₅₀-C₉₂ fullerenes fraction. Research synthetic rubbers skims carry out IR-spectroscopy. In this state analyze low fellow changes of transmission density typical chemical bond synthetic rubbers, under the impact of nanomodifiers. For solution these problems use chemometrics analysis. Data processing make for the purpose in order to receive hide information about chemical interaction fullerenes with synthetic rubber base. To determine influence fullerenes mix on the macromolecules of explore synthetic rubbers. Show efficiency of discriminant analysis in canonical version. Data processing make for the purpose in order to receive hide information about chemical interaction fullerenes with synthetic rubber base. Discover response mechanism nanomodifiers on the synthetic rubbers skims. Ascertain, what chemical reaction fullerenes mixes together with synthetic rubbers go on disconnected double bond.

Keywords: synthetic rubber, fullerene, infrared spectrum, factor analysis

Модификация полимерных систем углеродными наноматериалами позволяет придать полимерам ряд полезных свойств, а поиск эффективных модификаторов материалов является одной из приоритетных задач теоретических и прикладных научных исследований. В связи с этим в настоящее время внимание исследователей привлекает изучение механизмов взаимодействия модификаторов наноразмерного типа с различными полимерами, но одна из возникающих проблем в интерпретации получаемых экспериментальных данных – большая схожесть результатов, связанная с малыми концентрациями вводимых модификаторов, например, смеси фуллеренов определенной группы [2].

В качестве объектов исследования рассматривали промышленные полибутади-

новые каучуки: СКД-Nd и СКД-Ti, соответственно синтезированные на неодимовом и титановом катализаторах. Для уточнения окислительных процессов, происходящих в анализируемых каучуках при термическом воздействии на них, полимеры были подвергнуты переосаждению с целью очистки от стабилизаторов, введенных при синтезе, что позволяет выявить основной механизм взаимодействия фуллеренов с полимерными цепями на молекулярном уровне. Переосаждались 3% толуольные растворы каучуков в этиловом спирте с дальнейшей сушкой под тягой до полного удаления растворителя, о чем судили по постоянной массе каучука. Взвешивание проводили на аналитических весах НТР-120СЕ, точность ±0,1 мг. Для интенсификации процесса растворения использовали орбитальный шей-

кер «OS 350R». Частота вращения составила 150 об/мин.

Модификация исследуемых полимеров проводилась смесью фуллеренов, полученной электродуговым синтезом, следующего состава C_{50} - C_{58} (14,69%), C_{60} (63,12%), C_{62} - C_{68} (5,88%), C_{70} (13,25%), C_{72} - C_{92} (3,06%), для чего был приготовлен их раствор в толуоле [1]. Из расчета внесения необходимой концентрации смеси фуллеренов в 3% толуольный раствор переосажденных каучуков было внесено расчетное количество раствора фуллеренов.

Для определения структуры исследуемых каучуков использовали метод ИК-Фурье спектроскопии нарушенного полного

внутреннего отражения (НПВО) в варианте с 10-кратным прохождением луча через пробу и кристалл НПВО. Исследование проводили на ИК-Фурье спектрометре «NICOLET6700». Выбранный спектральный диапазон составил от 400 до 4000 cm^{-1} . Для регистрации оптических характеристик использовали монокристаллические пленки каучуков толщиной 20 мкм, полученные на алюминиевой подложке из 1% толуольных растворов. Окисление пленок проводили в низкотемпературной лабораторной электропечи «SNOL 58/350» при температуре 373 К [5].

Данные, полученные методом инфракрасной спектроскопии, представлены на рис. 1, 2.

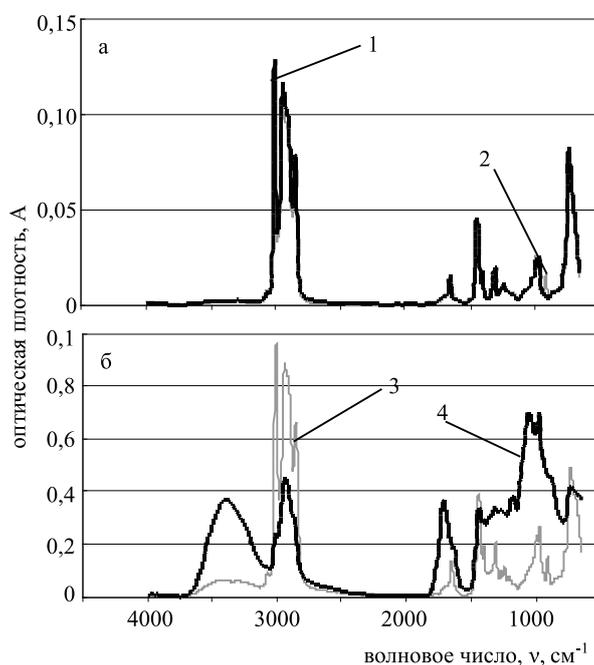


Рис. 1. ИК-спектры переосажденных каучуков
 а) – до введения смеси фуллеренов, б) после модификации:
 1 – переосажденный СКД Nd; 2 – переосажденный СКД Ti;
 3 – переосажденный СКД Ti, модифицированный смесью фуллеренов;
 4 – переосажденный СКД Nd, модифицированный смесью фуллеренов

Спектры, приведенные на рис. 1 (а), практически дублируют друг друга за исключением пика 915 cm^{-1} , указывающего на соотношение цис-транс звеньев в полибутадиене, синтезированном на титановом катализаторе. Но следует отметить, что после модификации анализируемых полимеров смесью фуллеренов каучук СКД-Nd в отличие от СКД-Ti частично окисляется без предварительной термообработки, что видно из данных рис. 1 (б). Об этом можно судить по появлению и увеличению полос поглощения при 3450 и 1720 cm^{-1} , что указывает на наличие кислородсодержащих

гидроксильных ($-O-H$) и карбонильных ($-C=O$) групп, соответственно [3].

Как видно из данных рис. 2 (а) СКД-Nd после термической обработки подвергается полному окислению, о чем, как уже было отмечено, свидетельствует наличие на спектрах полос поглощения 3450 и 1720 cm^{-1} , указывающих на присоединение кислорода в форме гидроксильных и карбонильных групп соответственно. В свою очередь окисление этих каучуков в смеси с фуллеренами происходит практически полностью, о чем свидетельствуют данные рис. 2 (б).

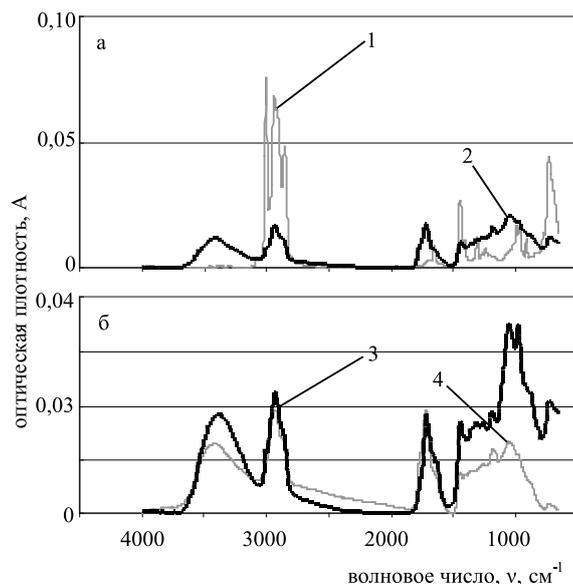


Рис. 2. ИК-спектры окисленных в воздушном термостате пересажженных каучуков (а) – до введения смеси фуллеренов, (б) после модификации: 1 – пересажженный СКД Ti, термически обработанный в воздушном термостате при температуре 373K непрерывно в течение 24 часов; 2 – пересажженный СКД Nd, термически обработанный в воздушном термостате при температуре 373K непрерывно в течение 24 часов; 3 – пересажженный СКД Nd, модифицированный смесью фуллеренов, термически обработанный в воздушном термостате при температуре 373K непрерывно в течение 24 часов; 4 – пересажженный СКД Ti, модифицированный смесью фуллеренов, термически обработанный в воздушном термостате при температуре 373K непрерывно в течение 24 часов

Для изучения влияния на физико-химические превращения в полимерах новых аллотропных форм углерода, к которым относятся фуллерены рассматриваемой группы, был проведен дискриминантный анализ инфракрасных спектров исследуемых каучуков. Такой метод обработки данных ввиду их схожести позволяет выявить в массивах экспериментальных данных скрытую информацию о внутренних и внешних факторах, определяющих поведение системы [6, 4].

Поскольку критерием высокой дискриминирующей способности переменной является критерий Вилкса λ_w , который определяется как отношение детерминантов дисперсионно-ковариационных матриц внутригрупповой W и общей T :

$$\lambda_w = \det(W)/\det(T),$$

то совершенно очевидно, чем меньше величина λ_w , тем больше дискриминирующая способность переменной.

Другой величиной, характеризующей метрику дискриминантного анализа, является частный критерий Вилкса λ_p , который равен отношению λ_w после ввода новой переменной в пошаговом дискриминантном анализе к λ_w до ввода этой переменной.

$$\lambda_p = \lambda_w (\text{после ввода})/\lambda_w (\text{до ввода})$$

Это отношение характеризует мультипликативный вклад новой переменной после ее ввода в дискриминантный анализ.

С целью выявления мультипликативного вклада был проведен пошаговый дискриминантный анализ на основании F-статистики Рао:

$$F = [(n - q)/(q - 1)] \times [(1 - \lambda_p)/\lambda_p],$$

где n – число опытов; q – число групп классификации; p – число переменных.

Анализируемые участки спектров, характеризующие группы классификации для формирования новой переменной выбирали в соответствии с характером колебаний связей, что представлено в табл. 1.

Полученные суммарные результаты пошагового дискриминантного анализа позволили ввести классифицирующую функцию для определения групп связей, вступающих во взаимодействие с вводимым модификатором, относительно каждого образца. В табл. 2 приведена классифицирующая способность выбранных участков спектров с характеристическими колебаниями.

Из анализа данных табл. 2 следует, что только валентные колебания C = C в углеводородной цепи без сопряжения, предположительно относящиеся к концевым

винильным группам или к мономерным включениям алкенов, не обладают 100%-й предсказательной способностью. Такая предсказательная способность характеристических колебаний в группе проб в хи-

мическом смысле может означать, что действие модификаторов приводит к наибольшей дисперсии данных вследствие химических взаимодействий модификатора именно с этой группой.

Таблица 1

Категории участков спектров

Группа (типы колебаний)	Волновое число, см ⁻¹
Внеплоскостные деформационные CH ₂ в виниле	от 904 до 995
Ножничные в CH ₂ , CH ₃	от 1406 до 1429
Валентные C = C в сопряженных системах	от 1593 до 1649
Валентные C = C без сопряжения	от 1650 до 1701
Валентные C-H в CH, CH ₂ , CH ₃	от 2974 до 3061

Таблица 2

Классифицирующая способность участков спектра по типам колебаний

Группа (типы колебаний)	Процент корректной классификации
Внеплоскостные деформационные CH ₂ в виниле	100,0000
Ножничные в CH ₂ , CH ₃	100,0000
Валентные C = C в сопряженных системах	100,0000
Валентные C = C без сопряжения	88,8889
Валентные C-H в CH, CH ₂ , CH ₃	100,0000
Всего	98,1707

Таким образом, на основании проведенного эксперимента показано, что добавление смеси фуллеренов к переосажденным полибутедиенам приводит к усилению скорости и полноты их окисления, особенно по отношению к СКД-Nd, что вызвано вероятным взаимодействием концевых винильных групп или мономерных включений алкенов с вводимыми фуллеренами группы C₆₀-C₉₂.

Список литературы

1. Игуменова Т.И., Герасимов В.И., Попов Г.В., Жабин А.В. Комплексная оценка состава фуллереносодержащего наноуглерода // Резиновая промышленность. Сырье. Материалы. Технологии: материалы XV Международной научно-практической конференции. – М., 2009. – С. 113–115.
2. Мищенко С.В. Углеродные наноматериалы: производство, свойства, применение / С.В. Мищенко, А.Г. Ткачев. – М.: Машиностроение, 2008. – 320 с., ил.
3. Наканиси К. Инфракрасные спектры и строение органических соединений. – М.: Мир, 1974. – 220 с.
4. Смагунова А.М. Методы математической статистики в аналитической химии: учеб. пособие / А.М. Смагунова, О.М. Карлукова. – Ростов н/Д: Феникс, 2012. – 346 с., ил.
5. Смит А. Прикладная ИК-спектроскопия: основы, техника, аналитическое применение. – М.: Мир, 1982. – 328 с.
6. Kroto H.W., Heath J.R., O'Brien S.C., Curl R.F., Smalley R.E. // Nature. – 1985. – Vol. 318, № 6042. – P. 162–163.

References

1. Igumenova T.I., Gerasimov, V.I., Popov G.V., Jabin A.V. Integrated assessment fullerenes nanocarbon. XV International theoretical and practical conference «rubber-processing industry, raw materials, materials, technologists», Moscow, pp. 113–115.
2. Mischko S.V., Tkachev A.G. Carbonaceous nanomaterials: productions, characteristics, applications. Moscow: Mechanical engineering, 2008. 320 p.
3. Nakanisi K. Infrared spectrums and structure of organic compounds. Moscow: World, 1974. 220 p.
4. Smagunova A.M., Karpukova O.M. Methods of mathematical statistics in analytical chemistry. Rostov-on-Don: Phoenix, 2012. 346 p.
5. Smit A. Applied infrared spectroscopy: introduction, engineering, analytical application. Moscow: World, 1982. 328 p.
6. Kroto H.W., Heath J.R., O'Brien S.C., Curl R.F., Smalley R.E. // Nature. 1985. Vol. 318, no 6042. pp. 162–163.

Рецензенты:

Нифталиев С.И., д.х.н., профессор, заведующий кафедрой неорганической химии и химической технологии ФБГОУ «ВГУИТ», ФБГОУ «ВГУИТ», г. Воронеж;
 Калач А.В., д.х.н., доцент, зам. начальника по научной работе, ФБГОУ ВПО «Воронежский институт ГПС МЧС России», г. Воронеж.

Работа поступила в редакцию 24.08.2012.

УДК 631.162

АНАЛИЗ РИСКОВ, СВЯЗАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В АУДИТОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Григоренко М.А.

Донской государственной аграрной университет, Персиановский, e-mail: 4831973@mail.ru

В данном исследовании проводится оценка и анализ рисков, связанных с использованием специализированного программного обеспечения в аудиторской деятельности. Проводится оценка риска, связанного с квалификацией учетного персонала и аудиторов. Рассмотрены основные проблемы сохранности данных в специализированном программном обеспечении, в результате даны рекомендации по обеспечению сохранности базы данных компьютера. Также даны общие рекомендации по оценке уровня риска, связанного с применением компьютерной обработки данных. Обоснована важность практического применения специализированного компьютерного обеспечения в аудиторской деятельности. Основные положения, выводы и рекомендации данного исследования ориентированы для использования российскими аудиторскими организациями при проведении аудита в условиях компьютерной обработки данных и организациями, осуществляющими разработку специализированного программного обеспечения для аудиторов.

Ключевые слова: аудит, аудиторская деятельность, риски, специализированное программное обеспечение, компьютерная обработка данных (КОД)

RISK ANALYSIS RELATED TO THE USE OF SOFTWARE IN SPEIALIZIROVANNOGO AUDITING

Grigorenko M.A.

Don State Agrarian University, P. Persianovsky, e-mail: 4831973@mail.ru

This study assesses and analyzes the risks associated with the use of specialized software in the auditing. Assesses the risks associated with the qualification of personnel and accounting auditors. The main problem of data integrity in the specialized software, resulting in recommendations for securing the database computer. Just give general guidance for evaluating the level of risk associated with the use of computer data processing. Substantiated the importance of practical application of specialized computer software in auditing. The main provisions of the conclusions and recommendations of this study are oriented for use by the Russian audit firms for audit in a computer data processing and organizations engaged in the development of specialized software for auditors.

Keywords: audit, audit activity, risk, specialized computer software, computer data processing (CDP)

Аудиторская деятельность как вид деятельности и часть рынка в нашей стране по сравнению с зарубежными странами еще совсем молода — ей исполнилось чуть больше двадцати лет.

В конце 20-го века, когда приобретение в России персонального компьютера перестало быть проблемой, начался активный процесс внедрения специализированного программного обеспечения в практику ведения бухгалтерского учета предприятий и организаций. На рынке программного обеспечения появилось большое количество специализированных программ, различных по функциональным возможностям, качеству исполнения, сложности. Впоследствии среди производителей определились общепризнанные лидеры, такие как «1С Предприятие», «Галактика», «Парус», и т.п.

Применяемые в настоящее время программы весьма разнообразны и их количество внушительно. Можно констатировать, что сегодня в организациях различных направлений и масштабов деятельности ведение бухгалтерского учета без использования вычислительной техники воспринимается уже как исключение из общего правила [5]. Таким образом, применение компьютеров

и специализированного программного обеспечения в аудиторской деятельности является обусловленной необходимостью.

Актуальность темы исследования заключается в том, что развитие аудиторской деятельности в нашей стране (увеличение числа организаций, их укрупнение, расширение спектра предоставляемых ими услуг и т.п.), изменение и формирование нормативно-правовой базы, а также повсеместная автоматизация объектов, контролируемых аудиторами (бухгалтерского и налогового учета), обуславливают разработку специализированного программного обеспечения для аудиторов. В результате этих разработок и их результатов появился целый ряд определенных рисков использования специализированного программного обеспечения при проведении аудита.

Целью данного исследования является изучение и анализ рисков, связанных с автоматизацией аудиторской деятельности.

Использование специализированного программного обеспечения при осуществлении аудиторской деятельности позволяет повысить эффективность труда аудиторов, сократить срок проведения проверок при использовании специально разработанных

аудиторских программ, а также значительно снизить себестоимость услуг аудитора. Но вместе с тем применение специализированного программного обеспечения способно создавать целый ряд достаточно специфических проблем, которые должны учитываться в процессе планирования и проведения аудиторских проверок. Основная часть этих проблем связана с организацией формирования учетных данных и необходимых отчетов, сохранением данных и программного обеспечения.

Планируя аудит и оценивая связанные с ним риски, аудитору необходимо определиться, с каким типом программного обеспечения он будет работать. Разработчики наиболее популярных специализированных программ действуют в условиях постоянной обратной связи с пользователями. У них есть возможность оперативно получать информацию об ошибках в программах и учитывать накопленный опыт при выпуске дальнейших версий программ. Поэтому, сталкиваясь с подобной программой, аудитор с высокой степенью уверенности может предполагать, что она изначально работает корректно. Иначе обстоит дело, если аудитор использует программный продукт малоизвестного на рынке производителя, здесь степень уверенности существенно ниже. Работники предприятий, разрабатывающие программные продукты самостоятельно, как правило, не обладают достаточным опытом в разработке программ для проведения аудита, и такие разработки могут с высокой степенью вероятности содержать ошибки. Некоторые из них могут в течение длительного времени не замечаться пользователем. Сталкиваясь с таким типом программного обеспечения, аудитор, как правило, должен сделать вывод о высоком риске, связанном с компьютерной обработкой данных (КОД) [7, С. 41].

Также на практике (особенно на малых предприятиях) иногда встречаются случаи использования аудиторами нелегальных программных продуктов. Необходимо знать, что для пользователя применение таких специализированных программных продуктов связано с большим риском. Защита, которая была установлена производителем, могла быть снята некорректно и, следовательно, вероятность ошибок и сбоев крайне высока. Кроме того, у аудитора отсутствуют руководство пользователя и возможность пользоваться технической поддержкой производителя. В таких ситуациях, по-видимому, имеется серьезный повод отказаться от проведения аудиторской проверки с использованием подобных программных продуктов.

Изучая квалификацию аудиторов, проверяющих информацию в среде КОД, необходимо понять, какие требования предъявляет руководство предприятия к таким работникам, как было организовано их обучение. К сожалению, может оказаться, что требования эти на малых и средних предприятиях невысоки, в основном, по причине ограниченных возможностей в части оплаты труда. По этой же причине не все руководители предприятий готовы оплачивать обучение аудиторов на курсах повышения квалификации, организованных разработчиками программного обеспечения, техническое и консультационное обслуживание производителей. Даже лучшие из специализированных аудиторских программ не защищены от неправильных действий пользователя, и это может привести к серьезным и трудно устранимым последствиям. Так, например, некоторые программы позволяют удалить отдельные позиции из справочников (наименований материалов, товаров, валют и др.), не производя при этом каскадного удаления всех записей, сделанных в журнале операций со ссылкой на удаленную позицию. В результате такой операции нарушается целостность данных, восстановление которой может оказаться длительным и трудоемким занятием. Аудитор должен обладать необходимыми навыками и иметь представление о возможных последствиях неверного обращения с программой. Отсутствие таких знаний повышает риск использования компьютерной информации клиента [7, С. 42].

Серьезной проблемой является высокая уязвимость компьютерной базы данных и программного обеспечения. Причины потери информации могут быть связаны с аппаратными и программными сбоями (отказ операционной системы, поломка жесткого диска и др.). Другими причинами могут быть, например, действия лиц, не имеющих отношения к аудиторской проверке, но получивших доступ к компьютеру. Достаточно часто информация теряется в результате действия компьютерных вирусов, занесенных при установке программ, полученных из сомнительных источников. Определенная опасность связана с возможностью выхода в Интернет, использованием электронной почты при отсутствии надежной и постоянно обновляемой антивирусной защиты.

Для того чтобы избежать большей части таких рисков, необходимо придерживаться достаточно простых мер защиты. К таким мерам, в частности, можно отнести: ограничение доступа к компьютерной технике посторонних лиц, периодичность и порядок

резервного копирования учетной информации клиента, наличие технических и программных средств, например, таких как источники бесперебойного питания, антивирусные программы, квалификация работников, на которых возложены обязанности сетевого администрирования (если присутствует компьютерная сеть).

Также достаточно важным моментом является порядок хранения резервных копий программного обеспечения и учетной информации. Порядок хранения данных важен с точки зрения сохранения конфиденциальности. В крупных банках, организациях данная проблема решается с помощью технических средств: ограничением доступа к печатающим устройствам и данным, к которым работник не имеет непосредственного отношения, изъятием дисководов для гибких носителей. Для средних и особенно малых предприятий решение, по-видимому, должно основываться на жестких организационных мерах. Пренебрежение этими мерами со стороны руководства аудиторской организации может привести к потере или серьезному искажению компьютерной базы данных [7, С. 42].

Суммируя вышесказанное, можно предложить перечень вопросов, которые должен рассмотреть аудитор, прежде чем принять решение о риске, связанном с использованием компьютерной информации клиента:

- класс и возраст используемой компьютерной техники;
- наличие технических и программных средств защиты информации (источники бесперебойного питания, антивирусная защита и пр.); наличие квалифицированного персонала, обеспечивающего техническую поддержку функционирования компьютерной техники; тип конфигурации, в которой используется компьютерная техника (наличие сети);
- тип используемого программного обеспечения;
- наличие договора о техническом и консультационном обслуживании с производителем используемого программного продукта.
- требования руководства к квалификации персонала, наличие и содержание должностных инструкций для аудиторов, порядок приема на работу сотрудников в аудиторскую организацию;
- наличие организационно-распорядительной документации, регламентирующей деятельность аудиторов, ответственных за формирование данных в среде КОД;
- организация обучения аудиторов, наличие сертификатов об окончании курсов обучения, организованных разработчиками используемого программного продукта.

Приведенный перечень не претендует на полноту, он может быть дополнен на основе опыта аудиторов и найти отражение в соответствующем внутрифирменном стандарте [7, С. 43].

Организационные и технические меры, обеспечивающие сохранность компьютерных программ и данных бухгалтерского учета, наличие и содержание организационно-распорядительных документов, регламентирующих порядок и периодичность формирования учетной информации на бумажных носителях, резервного копирования данных, ответственность работников за сохранность информации; организация хранения резервных копий данных, наличие резервных копий у руководства предприятия, меры по ограничению доступа к резервным копиям – все эти меры должны свести к минимуму риск использования специализированного программного обеспечения.

Можно отметить, что круг разработчиков специализированного программного обеспечения, предназначенного для автоматизации проведения аудита, все еще крайне мал, в отличие от бухгалтерских и управленческих систем. Вместе с тем сделать удалось многое, например, разработчики и пользователи уже перешли от информационно-справочных баз данных, снабженных лишь шаблонами документов, к полноценным, полнофункциональным системам, помогающим управлять деятельностью аудиторской фирмы. Как представляется, разработчики вышеперечисленных информационных систем могут расходиться во мнениях по поводу какого-либо объема настроек или глубины адаптации систем к требованиям клиентов, необходимости того или иного функционала, но практически все согласны с тем что, наверное, единственное, что в наше время невозможно полностью автоматизировать в аудиторской деятельности – это принятие аудитором решения по результатам проведенной проверки. Пока никто из разработчиков программного обеспечения не в состоянии предоставить пользователям алгоритмы принятия мнения об аудируемом лице, учитывающие все обстоятельства, в которых принимаются эти решения.

В результате оценки и анализа рисков, связанных с использованием специализированного программного обеспечения в аудиторской деятельности, можно порекомендовать организациям, занимающимся разработкой такого программного обеспечения уделить большее внимание не только рекламе своих программных продуктов (так как по результатам опросов, проводимых Институтом профессиональных бухгалтеров и аудиторов России среди своих членов,

свидетельствуют о том, что практикующие аудиторы и аудиторские фирмы пока еще в недостаточной степени используют специализированные программные продукты для ведения аудита), но и постараться действовать в условиях постоянной обратной связи с пользователями, в результате таких действий появится возможность оперативно получать информацию об ошибках в программах и учитывать накопленный опыт при выпуске дальнейших версий программ. Также можно порекомендовать проводить обучающие семинары для аудиторов, желающих приобрести данный программный продукт, издавать учебную литературу и т.д.

Научная новизна исследования заключается в поиске путей снижения основных рисков связанных с автоматизацией аудиторской деятельности.

В работе получены следующие основные научные результаты:

1. Выявлены основные методологические и организационные риски автоматизации аудита.

2. Систематизированы риски связанные с применением специализированного программного обеспечения в аудиторской деятельности, и сформулированы предложения для их минимизации.

Практическая значимость исследования заключается в ориентировании основных его положений, выводов и рекомендаций для использования российскими аудиторскими организациями при проведении аудита в условиях КОД и организациями, осуществляющими разработку специализированного программного обеспечения для аудиторов.

Список литературы

1. Аудит и консалтинг, бизнес консультации. – URL: http://www.pbk-spb.ru/docs/01-audit_26.htm.
2. Автоматизированный аудит. – URL: <http://www.klerk.ru/xml/index.xml>.
3. Бизнес и финансы, Безопасность бизнеса, Проблемы автоматизации аудита. – URL: http://www.centryug.ru/business/safety/problem_automatizacii_audita.html.
4. Бычкова, С.М. Информационные технологии в бухгалтерском учете и аудите/ учебное пособие / С.М. Бычкова, С.В. Ивахненко. – М.: ТК. Велби Изд-во Проспект, 2005. – 216 с.
5. Грядет автоматизация аудита. – URL: http://www.pcweek.ru/themes/detail.php?ID=71967&THEME_ID=13884.

6. Гордеев С.Е. Аудиторская деятельность в условиях компьютерной обработки данных: учебное пособие. – Ростов н/Д., 2008. – 144 с.

7. Подольский В.И. Компьютерный аудит / В.И. Подольский, Н.С. Щербакова, В.Л. Комиссарова. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. – 128 с.

8. Проблемы автоматизации аудита / А. Кушнарев // Аудит сегодня. – 2007. – № 4. – URL: http://www.audit-soft.ru/about/articles/news_detail.php?ID=396.

9. Применение информационных технологий при проведении аудиторской проверки. – URL: <http://www.myshkatova.ru/page187/page251/index.html>.

10. Чистов Д.В. Компьютерные программы для автоматизации аудиторской деятельности / Д.В. Чистов, С.М. Долгалев // Финакадемия. – URL: http://www.fa-kit.ru/main_dsp.php?top_id=376.

References

1. Audit and consulting, business consulting / URL: http://www.pbk-spb.ru/docs/01-audit_26.htm.
2. Two. Automated audit. URL: <http://www.klerk.ru/xml/index.xml>.
3. Three. Business and Finance, Business security, automate audit issues. URL: http://www.centryug.ru/business/safety/problem_automatizacii_audita.html.
4. Bychkova S. Information technology in accounting and auditing / S.M. Bychkova, S. Ivahnenkova. Moscow: Publishing House TK.Velbi Prospect, 2005. 216 p.
5. Five. Coming automated audit. URL: http://www.pcweek.ru/themes/detail.php?ID=71967&THEME_ID=13884.
6. Gordееv S. Auditing in a computer data. Rostov n / D 2008. 144 p.
7. Podolsky V.I. Computer Audit / V.I. Podolsky, N. Shcherbakova, V.L. Komissarov / M.: UNITY-DANA, 2004/128 p.
8. Eight. Problems of automation of audit / Audit Today no. 4, 2007. URL: http://www.audit-soft.ru/about/articles/news_detail.php?ID=396.
9. The application of information technologies during audits. URL: <http://www.myshkatova.ru/page187/page251/index.html>.
10. Chistov D. Computer software to automate the auditing / D.V.Chistov, S. Dolgalev, Finance Academy. URL: http://www.fa-kit.ru/main_dsp.php?top_id=376.

Рецензенты:

Кизилов А.Н., д.э.н., зав. кафедрой «Аудит», профессор Ростовского государственного экономического университета (РИНХ), г. Ростов-на-Дону;

Удалова З.В., д.э.н., доцент, зав. кафедрой «Бухгалтерский учет, анализ и аудит», Донской государственной аграрный университет (ДонГАУ), п. Персиановский.

Работа поступила в редакцию 07.09.2012.

К ВОПРОСУ О ФИНАНСОВЫХ ИСТОЧНИКАХ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

Молчанова М.Ю.

ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,
Пермь, e-mail molchanova@econ.psu.ru

Современная экономика характеризуется усиливающейся тенденцией переноса на местный уровень центра тяжести практического решения проблем эффективного социально-экономического развития. От того, насколько успешно будет проходить процесс реформирования и развития муниципальных образований, во многом зависит широкий спектр возможностей территорий: от построения демократического общества до преодоления последствий кризиса экономики в целом. Возрастающая роль местного самоуправления выявила несостоятельность подхода, ориентированного преимущественно на руководство социально-экономическими процессами из федерального центра. В этой связи огромное значение приобретает исследование доходных источников местных органов власти как в западной практике, так и в Российской Федерации, являющихся финансовой основой решения проблем эффективного социально-экономического развития муниципалитетов. В западной практике для финансового обеспечения местного самоуправления разработана четкая структура источников финансовых средств. Автор анализирует Европейскую систему налоговых поступлений и определяет причины ее целесообразности. Национальная модель местного самоуправления, по мнению автора, вступила в противоречие с тенденцией централизации власти. Противоречие усиливается в современных условиях сокращением перечня налоговых источников местных бюджетов. Практически все муниципалитеты вынуждены решать свои проблемы за счет финансирования извне. В статье исследуются получаемые муниципалитетами отчисления – как «общие», так и «целевые», выявляются проблемы и определяются ориентиры развития финансовых источников муниципальных образований, которые автор видит в восстановлении законодательно закрепленной финансовой самостоятельности муниципалитетов и формировании финансовой базы местного самоуправления преимущественно на основе фискальных выплат местного населения.

Ключевые слова: финансы, муниципальные образования, финансовые источники

TO THE QUESTION OF THE FINANCIAL SOURCES OF MUNICIPAL UNIONS

Molchanova M.Y.

The Perm State National Research University, Perm, e-mail: molchanova@econ.psu.ru

Today the characteristic tendency in economy is the transfer of practical problem-solving in efficient socio-economic development to the local level. The success of reformation and development of municipal units determines the wide range of possibilities for the territories of the Russian Federation: from establishing democratic society to overcoming the economic crisis consequences in the country on the whole. The increasing role of local government has revealed the inefficiency of federal-controlled approach towards social-economic processes management. This emphasizes the necessity to research the sources of income of local government which, both in the Russian Federation and abroad, are the financial basis for problem-solving of efficient social-economic development of municipality. In the western practice the accurate structure of sources of financial assets is developed for financial maintenance of local government. The author analyzes the European system of tax revenues and defines the reasons of its expediency. The national model of local government, according to the author, has conflicted to a tendency of centralization of the power. The contradiction amplifies in modern conditions reduction of the list of tax sources of local budgets. Almost all municipalities are compelled to solve the problems at the expense of financing from the outside. In article it is investigated deductions received by municipalities as «general», and «target», problems come to light and reference points of development of financial sources of municipal unions which the author sees in restoration of legislatively fixed financial independence of municipalities and formations of financial base of local government mainly on the basis of fiscal payments of local population are defined.

Keywords: the finance, municipal unions, financial source

Органы местного самоуправления являются одним из важнейших элементов организации современных государств и играют решающую роль в достижении социального благополучия населения. Однако результативность их деятельности напрямую связана с наличием у местных органов власти финансовых источников, достаточных как для решения местных проблем, так и для участия в реализации общегосударственной политики в сфере социального и экономического развития. Потому проблема разграничения ответственности и создания баланса власти как внутри территориального сообщества, так и в рамках вертикали «муниципалитет

– регион – государство» остается одной из самых актуальных и спорных в истории развития демократического общества.

В течение XX века *западная практика* выработала для финансового обеспечения местного самоуправления четкую структуру источников финансовых средств. В качестве субъектов местного налогообложения рассматриваются все физические и юридические лица, проживающие или работающие (получающие доход) в границах данного территориального образования. В качестве объектов – собственности, определенные виды дохода, а также право на осуществление конкретных видов деятель-

ности на данной территории. Согласно с современными характеристиками института местного самоуправления, в налоговой практике сформировались и основные источники местных бюджетов:

- «самостоятельные» налоги, взимаемые органами местного самоуправления;
- «не самостоятельные» налоги, взимаемые совместно с государственным налогом в виде добавочных к ним процентов;

- субсидии центрального правительства и правительства субъектов Федерации;
- местные займы.

Неналоговые доходы играют в местных бюджетах незначительную роль. Лишь в семи из четырнадцати стран ЕС местные налоги и сборы формируют свыше 30% муниципальных бюджетов, а в Дании, на Кипре и в Норвегии – свыше 50% (таблица).

Процентное соотношение финансовых источников органов местного самоуправления по данным Совета Европы *

№ п/п	Страна	Местные налоги	Местные сборы и платежи	Субсидии и отчисления	Займы	Другие
1	Австрия	15	19	35	8	23
2	Великобритания	11	6	77	0	6
3	Германия	19	16	45	9	11
4	Греция	2	22	58	6	12
5	Дания	51	22	24	2	1
6	Испания	31	16	37	10	6
7	Исландия	12	16	53	5	14
8	Ирландия	18	10	57	2	13
9	Италия	18	11	38	9	24
10	Кипр	25	33	30	12	0
11	Нидерланды	5	13	60	19	3
12	Норвегия	42	16	33	7	2
13	Польша	21	7	60	0	12
14	Португалия	20	19	38	6	17

Примечание. * расчеты автора.

Таким образом, *проблему оптимизации налогообложения* в рамках конкретной территории определяет поиск оптимального соотношения финансовых изъятий уровня власти в рамках территориального социума и необходимость определения баланса их воздействия на экономическую и социальную ситуацию в данном регионе, в конечном счете – на реальный уровень демократизации общества.

Основными видами местных налогов являются налоги на землю, налоги на имущество, профессиональные налоги. В странах Северной Европы органам местного самоуправления предоставляется право взимать подоходный налог с граждан, причем ставки государственного и муниципального подоходных налогов существенно различаются. Местные органы власти могут частично изменять налогооблагаемую базу, принимать решения об освобождении от уплаты налогов определенных категорий граждан. В Швейцарии, Греции и Румынии дополнительно на местах взимается подоходный налог.

Европейская система налоговых поступлений целесообразна по двум причинам:

- Органы местного самоуправления имеют возможность «маневрировать» в рамках предоставления населению услуг, для чего требуются определенные полномочия в области регулирования ставок местных налогов.
- Порядок обязательной сбалансированности местных бюджетов позволяет возложить на местные органы полную ответственность за качество оказываемых населению услуг, практически исключая недофинансирование и «не финансируемые мандаты», оправдывающие неэффективное расходование средств.

В европейской практике распространена такая схема, как долевое распределение налогов или предоставление органам местного самоуправления права на получение определенной доли средств от общенациональных налогов. Основное преимущество долевого налогообложения состоит в относительной легкости обеспечения органов местного самоуправления финансовыми средствами. Кроме того, административные

затраты на сбор долевых налогов не превышают затрат на сбор общенациональных¹.

Получаемые муниципалитетами отчисления подразделяются на «общие» и «целевые». «Общие отчисления» служат для укрепления доходов муниципальных образований (МО). При их исчислении исходят из показателей потребности и налоговой силы. Показатель потребности в денежных средствах рассчитывается на основе данных о численности населения и задачах, которые возложены на местные власти. Показатель налоговой силы исчисляется исходя из уровня поступлений земельного, промышленного налогов и доли муниципалитета в подоходном налоге. Если показатель потребности выше показателя налоговой силы, то бюджет получает средства на покрытие разницы.

«Целевые отчисления» – это способ возмещения затрат для выполнения определенных задач. Например, оказание местной социальной помощи, финансирование школ, осуществление инвестиций, обустройства местных дорог и т.д.

Общие и целевые отчисления служат не только для выравнивания финансового положения муниципалитетов, но и позволяют определять основные направления деятельности органов местного самоуправления в предпринимательской и социальной сфере. Как правило, доходы МО состоят на 1/3 часть из отчислений регионального бюджета. Таким образом, осуществляется так называемое смешанное финансирование.

Существенную роль при формировании финансовой базы местной власти играют *фискальные сборы*, взимаемые на уровне

муниципальных образований. Данные сборы представляют собой обязательные взносы физических и юридических лиц, уплата которых сопровождается предоставлением его плательщику юридически значимых действий (получение прав, выдача разрешений, лицензий) или общественных услуг (вывоз мусора, озеленение, благоустройство, бесплатное медицинское обслуживание и т.д.).

Наличие развернутой сети местных налогов и сборов является базовой составляющей систем органов местного самоуправления в странах Европы, позволяет им играть значимую роль в реализации общенациональной региональной экономической политики. Понимание этой роли породило в 1970-е гг. во Франции, Германии, Великобритании, Швеции, Финляндии, Нидерландах процесс реформирования систем местного самоуправления. Важнейшим направлением реформ стала децентрализация территориального управления и перераспределение властных полномочий. Децентрализация сегодня распространена в странах с традиционно высокой ролью государства в управлении.

Обратимся теперь к *отечественным реалиям*. Реформы 1990-х гг. также представляли собой попытку отойти от моноцентрической модели организации власти. В частности, предполагалось четко разграничить функции между ее уровнями, распределить ресурсы, построить двухуровневую систему местного самоуправления.

При этом каждый уровень рассматривался в качестве автономной структуры с охватом конкретных территориальных сфер деятельности с четким разграничением предметов ведения и полномочий. Незавершенность политических реформ, наличие в политической системе значительных противоречий, а также ослабление местного самоуправления подвинули федеральный центр к проведению новых реформ: административной, федеративной и муниципальной. Осуществление этих реформ было невозможно без реформ бюджетной и налоговой. Одним из итогов преобразований стало принятие 6 октября 2003 г. нового Федерального закона № 131-ФЗ «Об общих принципах местного самоуправления в Российской Федерации». Полагаем, что его появление знаменует *формирование в России современной национальной модели местного самоуправления*.

Национальная модель местного самоуправления отличается следующим:

- Принцип муниципальной автономии признан и закреплен законодательно. В то же время государство сохраняет возмож-

¹ Например, в Германии существует государственная стратегия выравнивания налоговых доходов между землями и общинами, которая рассматривает их финансовые отношения с федерацией и между собой. С одной стороны, конституция устанавливает доли федерации и земель в подоходном налоге и налоге на прибыль, которые составляют по 50% соответственно с учетом доли общин в подоходном налоге. С другой – разделение подоходного налога, а также правила финансового выравнивания между землями определяются в законе о финансовом выравнивании между федерацией и землями. Данный закон устанавливает также доли федерации и земель в налоге с оборота (НДС): 2,2% от поступлений налога с оборота остается в бюджете общин, от оставшейся суммы 50% поступает федерации, а 47,8% получают земли. Содержание финансового выравнивания между землями в том, что земли, обязанные к выравниванию, осуществляют отчисления в пользу земель, имеющих право на выравнивание. Местное финансовое выравнивание регулируется законом «О бюджетном выравнивании», регулярно пересматриваемым парламентом каждые 8–10 лет, и преследует цель предоставления денежных средств общинам в таком объеме, которого бы было достаточно для реализации собственных и передаваемых от земель или федерации полномочий.

ность влиять на муниципальный уровень публичной власти через институт государственных полномочий, регламентацию порядка решения конкретных вопросов местного значения, систему государственного контроля.

- Федеральный центр урегулировал компетенцию каждого вида муниципальных образований, оставляя в данном вопросе минимум вариативности, как для субъектов Федерации, так и для муниципальных образований. Органы местного самоуправления не вправе определять собственную компетенцию и даже ее детализировать.

- За муниципальными образованиями формально закрепляется свобода действий при оказании публичных услуг местному населению. Однако не исключена возможность регулирования этого процесса государственными органами власти.

- Принципы фискальной автономии муниципальных образований закреплены в федеральном законе, но сохраняется и порядок выравнивания бюджетной обеспеченности муниципалитетов за счет субсидий субъектов Федерации и муниципальных районов.

- Предусматривается возможность государственного контроля и надзора за органами местного самоуправления.

Реализация заявленных в рамках муниципальной реформы задач *вступила в противоречие* с тенденцией централизации власти, явившейся необходимым условием развития демократических отношений, возможным только в ситуации укрепления национальной государственности и повышения уровня управляемости социально-экономическими процессами. Серьезное влияние на реализацию реформы оказала также сформированная еще советской политической традицией культура местного самоуправления у значительной части населения, региональных и муниципальных руководителей.

Перечисленное в совокупности привело к тому, что модель, европейская по форме, в российских условиях дала иной эффект: проблемы четкого разграничения ответственности, создания баланса власти как внутри регионов, так и в рамках вертикали «регион – муниципалитет» *не были решены*. Сформированные структуры местного управления оказались лишены реальными ресурсами. Они были вынуждены действовать в условиях явного недостатка финансовых средств, инфраструктурных и кадровых ограничений. Органам самоуправления муниципальных образований также приходится функционировать в условиях, когда вышестоящие

власти стремятся сконцентрировать ресурсы наверху, а ответственность переложить на базовый уровень управления. Традиционно самым большим остается проблема ресурсного обеспечения власти в провинции. Налоговое и бюджетное законодательство продолжает ограничивать финансовую обеспеченность муниципальных образований, воспроизводит институт «не финансируемых мандатов».

Формально, последовательно увеличивалось число муниципальных образований, формирующих и утверждающих местные бюджеты в соответствии с новыми принципами организации бюджетного процесса. Однако реально, в условиях сокращения перечня налоговых источников местных бюджетов, практически все муниципалитеты (даже среди наиболее обеспеченных городских округов таковых более 92%) вынуждены решать свои проблемы *за счет финансирования извне*, т.е. за счет межбюджетных трансфертов.

Согласно закону «О федеральном бюджете на 2012 год и на плановый период 2013 и 2014 годов», общий объем межбюджетных трансфертов, предоставляемых территориям РФ, в 2012 г. по сравнению с предыдущим годом *снижается на 10,8%, а в 2013–2014 годах – на 14,6 и 6,2% соответственно*. *Доля дотаций в общем объеме межбюджетных трансфертов будет увеличиваться с 39,1% в 2012 г. до 43,4% в 2013 г. и до 45,4% в 2014 г.* Дотации на выравнивание бюджетной обеспеченности регионов составят в 2012–2014 гг. по 397,0 млрд руб. в год, что номинально соответствует уровню 2010–2011 гг. *Объем предоставляемых территориям субсидий и субвенций в 2012–2014 г. будет снижаться*. При этом значительно изменится объем субсидий – их доля в общем объеме межбюджетных трансфертов будет уменьшаться с 37,9% в 2012 г. до 31,5% в 2013 г. и до 27,5% в 2014 г. Объем предоставляемых регионам субвенций снизится незначительно, их доля увеличится в общем объеме с 20,1% в 2012 г., до 21,5% в 2013 г. и до 23,7% в 2014 г. Снизится и объем иных межбюджетных трансфертов, что, по мнению Правительства РФ, обусловлено необходимостью обеспечения большей самостоятельности органов власти, повышения их ответственности за результаты деятельности. По нашему мнению, без повышения эффективности расходования данных средств, расширения полномочий муниципалитетов и восстановления законодательно закрепленной финансовой самостоятельности муниципальных образований о самостоятельности говорить рано.

Так, в «Основных направлениях бюджетной политики на 2012 год и плановый период 2013 и 2014 годов» в 2012–2014 гг. прогнозируется ежегодный рост доходов и расходов консолидированных бюджетов субъектов РФ. Согласно прогнозу объем доходов в 2014 г. увеличится по сравнению с 2011 г. на 21,9% (доходы без учета межбюджетных трансфертов увеличатся на 34,2%), а расходов – на 21,2% соответственно. Но *бюджеты большинства субъектов РФ в 2012–2014 гг. будут исполнены с дефицитом*. Увеличение доходов бюджетов субъектов РФ прогнозируется в основном за счет роста собственных доходов при снижении финансовой помощи из федерального бюджета, следовательно, *финансовое положение территорий в среднесрочной перспективе характеризуется рядом рисков*.

Учитывая недостаточную аргументированность прогноза роста собственных доходов регионов, а также снижение предусмотренного объема межбюджетных трансфертов, можно сделать вывод о возрастании риска неисполнения муниципалитетами своих расходных обязательств в полном объеме. Однако на уровне федерации продолжается усиление централизации финансовых ресурсов, появляется все больше расходных полномочий с минимальным объемом их финансирования на местном уровне.

Заметно сократилась и доля местных бюджетов в консолидированных бюджетах субъектов Федерации. В среднем по России с 2003 по 2011 г. доля местных бюджетов в консолидированных бюджетах субъек-

тов Федерации снизилась с 49,4 до 38,5%². В то же время механизмы реального государственного контроля вышли далеко за рамки, установленные Федеральным законом № 131-ФЗ. Местные власти *оказались в прямой зависимости от контролирующих государственных органов*. Публично проводимая линия на повышение автономии дала обратный эффект. Муниципалитеты стали признаваться ответственными за решение большинства вопросов, являющихся по сути государственными – от обеспечения деятельности предприятий образования до пожарной безопасности. И это – несмотря на отсутствие необходимых средств (рисунк), реальных регулирующих возможностей и права самостоятельно принимать ключевые решения. Дифференциация социально-экономического развития муниципалитетов определяет неравномерность распределения налоговых доходов по типам муниципальных образований: в бюджетах городских округов около 64% налоговых доходов, муниципальных районов – около 30% и около 6% – в бюджетах поселений³.

² Например, в Республике Мордовия, которая традиционно использовала двухуровневую систему местного самоуправления, до реформы 70% консолидированного бюджета составляли бюджеты местного самоуправления. После реформы ситуация сложилась с точностью до наоборот: сейчас 29% бюджетных средств – у местного самоуправления и 71% средств поступает в республиканский бюджет, который оказывает массивную помощь местным бюджетам.

³ См.: Информация о результатах мониторинга местных бюджетов Российской Федерации // www.minfin.ru.



Укрупненная структура доходов местных бюджетов⁴

⁴ Использованы докризисные данные.

Таким образом, не реализована одна из центральных проблем бюджетного реформирования муниципалитетов: оптимизация муниципальными образованиями своих расходов; определение эффективных и неэффективных затрат; отказ от финансирования последних. Выход из ситуации видится нам в формировании финансовой базы местного самоуправления преимущественно на основе фискальных выплат местного населения.

Каковы же ориентиры укрепления фискальных выплат местного населения?

Происходит постепенное сокращение диверсификации источников доходов муниципальных бюджетов⁵. Двумя базовыми источниками пополнения местных бюджетов в РФ являются обладающие рядом серьезных недостатков земельный налог и налог на имущество, доля которых в налоговых доходах местных бюджетов с 2006 г. находится на уровне 10–12%⁶. Это ставит доходы муниципальных бюджетов в опасную зависимость от четырех источников (доходов населения; стоимости и доходов, получаемых от имущества, находящегося в муниципальной собственности, стоимости имущества физических лиц и кадастровой стоимости земельных участков, находящихся в черте поселений). Несмотря на потенциальные возможности, *земельный налог* сложен для исполнения и как источник формирования доходов местных бюджетов малозначим⁷. Принципиально важно и то, что он устанавливается в виде стабильных платежей за единицу земельной площади в расчете на год. Следовательно, его размер *не зависит от результатов хозяйственной деятельности* собственника земли, землевладельцев, землепользователей, а увеличение поступлений от этого налога достигается переоценкой кадастровой стоимости земли.

Сегодня наибольший удельный вес – около 60% – приходится на налог за земли под промышленными объектами. Около 25% – за земли сельскохозяйственного назначения. Остальное – это платежи личных

подсобных хозяйств, садоводов и огородников. По-прежнему *значительная часть земель не попадает под налогообложение*: земли особо охраняемых территорий и объектов, лесного и водного фонда, земли запаса. Рост кадастровой стоимости земельных участков в результате переоценки, несомненно, создает немалые финансовые затруднения для их собственников, ибо современный налог на землю не учитывает в значительной мере ни инновационных, ни социальных характеристик облагаемого объекта.

Вторым по значимости из местных налогов является *налог на имущество физических лиц*, начало которому положено законом от 9 декабря 1991 г.⁸

Особенность имущественных налогов в том, что они начисляются на имущество как объект владения, а не имущество как источник доходов. Круг объектов налогообложения достаточно широк, обязанность уплаты возникает у гражданина, если эти объекты находятся в его собственности. Однако по оценкам специалистов в стране зарегистрировано *лишь около половины таких объектов*: в городских поселениях эта доля составляет немногим более 80%, в сельской местности выборочные проверки показывают, что на регистрации находится лишь около трети домов и строений. Причины разные: нет наименования улиц, нет нумерации домов, многие дома просто пустуют. До сих пор нет четкой регламентации того, *кто и как* на местном уровне *будет определять рыночную стоимость имущественного объекта*, что, несомненно, является одним из факторов развития коррупции на уровне местного самоуправления⁹. Это приводит к тому, что доля данного налога, играющего ведущую роль в доходах местных бюджетов в западной практике, в доходах местных бюджетов в России составляет менее 2%.

⁸ Поимущественные налоги действовали и в царской России (подомовой налог, квартирный налог). В СССР действовало налогообложение принадлежащего людям имущества лишь по отдельным его видам (налоги с владельцев строений, с владельцев транспортных средств). Поскольку перечень объектов налогообложения был ограниченным, обобщающие их наименования и единый закон отсутствовали. Регулирование проводилось отдельными нормативными актами по конкретным видам имущества. Налоги на имущество, обычно по дифференцированным ставкам, широко взимаются в зарубежных странах со стоимости движимого, недвижимого и совокупного имущества в системах как государственного, так и местного налогообложения.

⁹ Следует также учитывать то, что одним из последствий кризиса является потеря работы или переход на нижеоплачиваемые должности и, как результат, сокращение доходов и неспособность платить имущественные налоги.

⁵ В 2004 г. только налоговых доходов было – 19, а с 2009 – 2 (налог на землю и налог на имущество).

⁶ См.: Информация о результатах мониторинга местных бюджетов Российской Федерации // www.minfin.ru.

⁷ В царской России аналогом данного налога был «государственный поземельный налог», который, как и его современный собрат, «грешил» неотработанной системой оценки облагаемых земельных ресурсов. В советское время земля передавалась в бесплатное и бессрочное пользование. Платность земли вновь была введена Законом РФ от 11 сентября 1991 г. № 1738-1 «О плате за землю». Ныне это прямой, местный и прогрессивный налог, широко применяемый во всей РФ, но с достаточно большим количеством льгот и льготников.

Проводимая реформа местного самоуправления определила первоочередность решения проблемы доходной базы местных органов власти, являющихся финансовым источником эффективного социально-экономического развития территории.

Список литературы

1. Захаров А.С. Налоговое право ЕС: актуальные проблемы функционирования единой системы, Волтес Клувер. – М, 2010.
2. Информация о результатах мониторинга местных бюджетов Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа [http // www.minfin.ru](http://www.minfin.ru).
3. Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации: Федер. закон Рос. Федерации от 6 октября 2003 г. № 131-ФЗ (в ред. от 3 мая 2011 г.).
4. О бюджетной политике в 2011–2013 гг.: Бюджетное послание Президента Рос. Федерации Федер. Собранию Рос. Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа [http//www.minfin.ru](http://www.minfin.ru) (дата обращения 18.05.2012).
5. Основные направления бюджетной политики Российской Федерации на 2012 год и плановый период 2013 и 2014 годов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа [http//www.minfin.ru](http://www.minfin.ru) (дата обращения 18.05.2012).
6. О федеральном бюджете на 2012 год и на плановый период 2013 и 2014 годов [Электронный ресурс]. – Режим доступа [http//www.minfin.ru](http://www.minfin.ru) (дата обращения 18.05.2012).

References

1. Zacharov A.S. Tax EU right: actual problems of functioning of uniform system, Voltes Kluver, M, 2010.
2. The information on results of monitoring of local budgets of the Russian Federation [the Electronic resource]. – an access Mode [http//www.minfin.ru](http://www.minfin.ru).
3. About the general principles of the organization of local government in the Russian Federation: Fed Law from October, 6th, 2003 № 131-ФЗ (in Red. From May, 3rd 2011 г.).
4. About the budgetary policy in 2011-2013: the Budgetary message of the President Ros. Feder. To Feder.meeting of Ros.. Federations [the Electronic resource]. – an access Mode [http//www.minfin.ru](http://www.minfin.ru) (date of the reference of 5/18/2012).
5. The basic directions of a budgetary policy of the Russian Federation for 2012 and the planned period 2013 and 2014. [An electronic resource]. – an access Mode [http//www.minfin.ru](http://www.minfin.ru) (date of the reference of 5/18/2012).
6. About the federal budget for 2012 and for the planned period 2013 and 2014 the Electronic resource]. – an access Mode [http//www.minfin.ru](http://www.minfin.ru) (date of the reference of 5/18/2012).

Рецензенты:

Лаврикова Ю.Г., д.э.н., заместитель директора по научным вопросам, ФГБУН «Институт экономики» Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург;

Акбердина В.В., д.э.н., доцент, заведующая сектором экономики отраслевых рынков, ФГБУН «Институт экономики» Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург.

Работа поступила в редакцию 30.08.2012.

УДК 330.131.7

ПРОБЛЕМЫ КЛАССИФИКАЦИИ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИХ РИСКОВ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОСТИ

Омарова Н.Ю., Бедовая Л.В.

*Институт экономики и управления НовГУ им. Ярослава Мудрого,
Великий Новгород, e-mail: Natalya.Omarova@novsu.ru*

В статье рассматриваются проблемы классификации рисков в условиях современного бизнеса. Научно обоснованная классификация хозяйствующего субъекта способствует установлению причинно-следственных связей рискованных событий, содействует четкому определению места каждого риска в общей системе предпринимательства и создает потенциальные возможности для эффективного применения соответствующих методов, приемов управления риском. Таким образом, данная тема достаточно актуальна в современном мире. Существующие разнообразные подходы к классификации рисков не охватывают всех проблем, связанных с изучением конкретных видов рисков, особенно в экономической сфере. Также до настоящего времени отсутствует единое мнение о понятии предпринимательских рисков. В существующих классификациях рисков необходимо учитывать человеческий фактор и рассматривать риск как сочетание условий и обстоятельств субъективного и объективного характера, так как практически любая рискованная ситуация прямо или косвенно связана с деятельностью людей.

Ключевые слова: риск, классификация рисков, коммерческие риски, предпринимательские, субъективные и объективные риски

THE PROBLEMS OF CLASSIFICATION OF BUSINESS RISKS IN THE MODERN CONDITIONS

Omarova N.Y., Bedovaya L.V.

*Institute of Economics and Management, Novgorod State University named after Yaroslav, Wise
Novgorod, e-mail: Natalya.Omarova@novsu.ru*

The article covers the problem of classification of risks in the conditions of modern business. Scientific classification of economic entity contributes to the establishment of cause-and-effect relations of risk events, contributes to clearly define the place of each risk in the General system of entrepreneurship and creates the potential possibilities for the effective use of relevant methods, techniques of risk management. Thus, this subject is rather actual in the modern world. The existing various approaches to classification of risks do not cover all the problems, connected with the study of specific types of risks, especially in the economic sphere. The classification of risks taken into account in the article considers the human factor and the risk, as a combination of the conditions and circumstances of subjective and objective character, as virtually any risk situation directly or indirectly is connected with the human activities.

Keywords: risk, risk classification, commercial risks, business, subjective and objective risks

В условиях современного рынка перед хозяйствующими субъектами с целью удержания конкурентных позиций стоит задача снижения неопределённости при принятии управленческих решений. Одновременно возрастает роль методики оценки рисков реализации принятых решений. Детальное изучение рисков и их научно обоснованная классификация содействуют четкому определению места каждого риска в общей системе предпринимательства и создают потенциальные возможности для эффективного применения соответствующих методов и приемов управления риском. Изучением проблем управления рисками занимаются как зарубежные, так и отечественные ученые, однако многие исследования отличаются противоречивостью и отсутствием единой точки зрения даже по таким основополагающим аспектам, как квалификация рисков и терминология.

Число рисков, угрожающих человеку, его здоровью и бизнесу, очень велико и многообразно – от стихийных бедствий, пожаров, катастроф техногенного харак-

тера, изменений в законодательстве до аварий по причине человеческого фактора. Стремительное развитие современного мира порождает новые виды рисков, трудно поддающихся количественной оценке, что представляет достаточную сложность их классификации.

С риском хозяйствующие субъекты сталкиваются повсеместно при решении как текущих, так и долгосрочных задач. Существуют определенные виды рисков, действию которых подвержены все без исключения коммерческие организации, но наряду с общими есть специфические виды рисков, характерные для определенных видов деятельности, таких как банковская, страховая и инвестиционная.

Под классификацией рисков понимается распределение рисков на конкретные группы в соответствии с определенными общими признаками и для достижения поставленных целей. Научно обоснованная классификация риска содействует четкому определению места каждого риска в общей системе и создает потенциальные возможности для эффектив-

ного применения соответствующих методов, приемов управления риском [3].

К основным группам рисков хозяйствующих субъектов, исследуемых отечественными и зарубежными специалистами, относятся экономические риски. На рис. 1 отражена система классификации экономических рисков, предложенная Балабановым И.Т., в структуру которой включены группы, категории, виды, подвиды и разновидности рисков [3]. В данной классификации на одном уровне находятся финансовые и инвестиционные риски, в состав которых входят коммерческие риски и риски, связанные с покупательной способностью денег. К коммерческим рискам автор классификации Балабанов И.Т. относит имущественные, производственные и торговые риски. Однако предпринимательские риски в данной классификации отсутствуют.

В рыночных условиях одни и те же характерные риски могут проявляться в самых различных сферах деятельности человека. В качестве критериев классификации рисков могут служить классы объектов, которым угрожают риски, причины возникновения риска, возможность влияния на риски. Однако существующие разнообразные подходы к классификации рисков не могут охватить всех проблем, связанных с изучением конкретных видов рисков, особенно в экономической сфере.

До настоящего времени отсутствует единое мнение о понятии предпринимательских рисков. В отечественной экономической литературе предпринимательский (хозяйственный) риск часто отождествляется с коммерческим. Также существуют мнения, что коммерческий риск – это один из видов риска предпринимательского.



Рис. 1. Иерархическая система классификации рисков [1]

Мы придерживаемся мнения, что коммерческие риски представляют собой риски, связанные с убытками (или дополнительной прибылью) в результате сделок купли-продажи товаров (выполнения работ, услуг), изменения ситуации на рынке, а предпринимательские риски – получение убытков в процессах предпринимательской деятельности [2, 3].

Если классифицировать группы рисков, используя термины, с которыми они связаны, то под коммерцией понимается деятельность, связанная с производством и реализацией продукции, приносящая прибыль. Тогда коммерческим риском будет являться риск отклоне-

ния действительных результатов производства и реализации продукции, оказания услуг от ожидаемых результатов. Однако специалисты под коммерческим риском понимают только ту его часть, которая возникает в процессе реализации товаров (работ, услуг), без учета рисков производственных процессов. Соответственно под предпринимательским риском понимается риск, возникающий в деятельности, связанной с производством продукции, товаров, услуг, их реализацией, товарно-денежными и финансовыми операциями, коммерцией, осуществлением социально-экономических и научно-технических проектов.

В табл. 1 представлен способ группировки и классификации рисков по различным признакам.

Современная тенденция в квалификации рисков расширяет понятие рисков.

Так, в классификации рисков хозяйствующего субъекта [2] используются

взаимосвязи между бизнес-процессами, через которые появляется четкая возможность установления причинно-следственных связей рисковых событий и определения наиболее полного перечня факторов рисков и последствий от их реализации.

Таблица 1

Классификация предпринимательских рисков¹

Признак классификации	Виды рисков
По сфере возникновения	Внешние, внутренние
По масштабу и размеру	Глобальные и локальные
По степени правомерности	Оправданные и неоправданные
По приемлемости	Приемлемые, неприемлемые
По уровню принятия решения	Макроэкономические, микроэкономические
По времени принятий рискованных решений	Опережающие, своевременные, запаздывающие
По степени риска	Максимальные, средние, минимальные
По аспектам	Политические, социальные, экономические, экологические, юридические
По возможности страхования	Страховые, нестраховые
По времени	Кратковременные, постоянные
По определяемым результатам	Статистические, динамические

¹ Составлено по источникам [2, 3].

Данный подход позволяет на практике реализовать построение цепочки влияния, например, риска поставки в компанию некаче-

ственных материально-технических ресурсов на риск аварии или выпуска некачественной продукции, что иллюстрирует табл. 2.

Таблица 2

Классификация рисков промышленной компании (фрагмент)²

Бизнес-процесс	Риск
Производство	Некорректное планирование производства Срыв производственной программы Возникновение «узких мест» Аварии, инциденты, несчастные случаи
Сбыт	Снижение уровня спроса и цен на продукцию Нарушения, связанные с ограничением конкуренции Появление товаров-заменителей
Инвестиционная деятельность	Рост стоимости затрат на реализацию проектов Увеличение сроков реализации проектов Низкий уровень интегрированности новых агрегатов и технологий в производственную цепочку компании Снижение стоимости портфеля ценных бумаг
Правовое обеспечение деятельности	Нарушение требований законодательства Иски и претензии со стороны контрагентов, государственных и регулирующих органов Нарушение интересов и прав компании как учредителя (собственника) Неисполнение обязательств контрагентами
Управление качеством продукции	Ужесточение требований к качеству металлопродукции Несоответствие средств и методов измерения показателей качества требуемому уровню
Управление информационными технологиями	Рост стоимости вычислительной техники, оборудования и программного обеспечения Неисполнение обязательств поставщиками и подрядчиками Нарушение требований законодательства в области защиты прав интеллектуальной собственности Сбои в работе аппаратных устройств, потеря информации
Управление транспортом	Неверное построение логистики Рост стоимости транспортных услуг, перевалки грузов Аварии в процессе перевозок

² Составлено по источнику [4].

В настоящее время, несмотря на то, что специфика различных видов деятельности значительно увеличивает число присущих им рисков, на российских предприятиях не уделяется должного внимания управлению рисками.

Нами предлагается учитывать в классификации рисков человеческий фактор, который проявляется в любой сфере хозяйственной деятельности. Если в предпринимательской деятельности рассматривать

риск как сочетание условий и обстоятельств субъективного и объективного характера, опосредствующих возможность наступления неблагоприятных имущественных последствий, то целесообразно использовать классификацию рисков, раскрывающую субъективную сторону риска. На рис. 2 представлена авторская классификация рисков, отражающая поведенческий фактор человека в ситуации возникновения риска.



Рис. 2. Классификация предпринимательских рисков с учетом человеческого фактора

Необходимо акцентировать внимание на субъективных рисках, поскольку в сфере предпринимательства практически любая рискованная ситуация прямо или косвенно связана с деятельностью людей.

Профилактика субъективных рисков в отличие от объективных, а также комплекс мер по их ликвидации, существенно шире. Объективные риски можно просчитать заранее, тогда как субъективные риски как предугадать, так и рассчитать достаточно сложно.

Неверное поведение, реагирование и восприятие объективной информации влекут за собой психологические и ошибочные риски. К ошибочным рискам относятся риски, которые изначально не учитываются вследствие недостаточного количества знаний о рынке и рыночных закономерностях, например, неверная оценка ситуации, переоценка информации и другие.

Психологические риски являются совокупностью всех психологических аспектов, воздействующих на хозяйствующего

субъекта и приводящих к убыткам по вине самого субъекта, например, некомпетентность, консерватизм в принятии решений, неадекватность поведения в критической ситуации.

Риски ошибок и субъективные риски нами рекомендуется закладывать в финансовый портфель хозяйствующего субъекта на одном уровне с предпринимательскими рисками.

Следует отметить, что приведенная выше классификация рисков является достаточно условной, поскольку сложно определить четкие границы между различными видами рисков. Все они находятся во взаимосвязи, изменяя и дополняя друг друга как в сторону усиления воздействия факторов риска, так и в сторону ослабления такого воздействия. Уровни же рисков могут быть разными и зависят от большого числа факторов.

Использовать ту или иную классификацию необходимо в зависимости от поставленной цели, выдерживая чистоту

классификационного признака, принятого критерия.

Решением проблем классификации рисков мы видим достижение следующих задач: повышение статуса управления рисками на предприятии; создание служб по управлению рисками; подробная классификация рисков, сопутствующих хозяйственной деятельности; построение карты рисков и разработка превентивных мероприятий; выявление технологических рисков, а также рисков, поддающихся количественной оценке.

Список литературы

1. Бедовая Л., Эдьдиева Т. Минимизировать производственные риски сельхозтоваропроизводителей // АПК: экономика, управление. – 2009. – № 11. – С. 60–64.
2. Валигурский Д.И. Организация предпринимательской деятельности: учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К0», 2010. – 520 с.
3. Васин С.М. Управление рисками на предприятии: учебное пособие / С.М. Васин, В.С. Шутов. – М.: КНОРУС, 2010. – 304 с.
4. Косарев А.С. Актуальные вопросы организации управления рисками на российских предприятиях // Управление риском. – 2010. – № 2. – С. 2–10.
5. Омарова Н.Ю., Гнидковский В.Н. Формирование и диагностика системы риск-менеджмента. Монография. Germany. Saarbrücken – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011 г., 200 p. ISBN 978-3-8454-1901-5.
6. Омарова Н.Ю., Гнидковский В.Н. Взаимодействие службы управления рисками в строительной организации // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2008. – № 11.

7. Шихов А.К. К вопросу о предпринимательских и финансовых рисках // Страховое дело. – 2005. – № 6. – С. 40–48.

References

1. Bedovaya L., Eldieva T. Minimize production risks to agricultural producers // Agro-industrial complex: economy, management, 2009, no 11, pp. 60–64.
2. Valigurskiy D.I. Organization of business activity. – 2-e Izd., pererab. I DOP. M.: The publishing and trading Corporation «Dashkov and K0», 2010, 520 p.
3. Vasin S.M. Risk management at the company: textbook / S.M. Vasin, V.S. Shutov. M.: КНОРУС, 2010, 304 p.
4. Kosarev A.S. Actual questions of organization of risk management in the Russian companies // Risk Management, 2010, no 2, pp. 2–10.
5. Omarova N.Y., Gnidkovskiy V.N. Formation and risk management system diagnostics. Monograph. Germany. Saarbrücken – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011. 200 p.
6. Omarova N.Y., Гнидковский V.N. The interaction of the risk management Department in the construction of // proceedings of the Saint-Petersburg state agrarian University, 2008, no 11.
7. Shikhov A.K. To the question about the business and financial risks // Insurance, 2005, no 6, pp. 40–48.

Рецензенты:

Горбунов А.А., д.э.н., профессор, проректор по научной работе и международной деятельности АНО ВПО «Смольный институт РАО», профессор института проблем региональной экономики РАН., г. Санкт-Петербург;
 Ким Л.В., д.э.н., профессор ГОУ ВПО «Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого», г. Великий Новгород.
 Работа поступила в редакцию 30.08.2012.

УДК 331.5 + 519.2

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ПРОГНОЗНОЙ ЧИСЛЕННОСТИ ИНОСТРАННЫХ РАБОТНИКОВ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ЗАПЛАНИРОВАННОГО РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ РОССИИ

Парикова Н.В., Питухин Е.А., Сигова С.В.

ФГБОУ ВПО «Петрозаводский государственный университет», Петрозаводск,
e-mail: ptasha@psu.karelia.ru, eugene@psu.karelia.ru, sigova@onego.ru

Для прогнозирования численности иностранных работников предлагается использовать функцию, обратную производственной, которая выражает зависимость затрат трудовых ресурсов от запланированных объемов производства. При построении модели прогнозная численность российских работников оценивается через их сокращающуюся долю в численности населения в трудоспособном возрасте. Для прогнозирования необходимой российской экономике численности зарубежных трудовых мигрантов определяется вид функции, отражающей изменения модельной производительности труда. Рассматривается и анализируется 4 возможных сценария поведения функции модельной производительности труда на прогнозном периоде методом экстраполяции тенденций функциональных зависимостей ретроспективного периода как с учетом, так и без учета экономического кризиса: «оптимистический», «средний», «пессимистический» и «угрожающий». В зависимости от различных сценариев изменения модельной производительности труда на прогнозном периоде анализируется прогнозная динамика теоретически необходимой для обеспечения запланированного объема ВВП численности иностранных работников.

Ключевые слова: иностранные работники, зарубежная трудовая миграция, производственная функция, модельная производительность труда

QUANTITATIVE EVALUATION OF FOREIGN WORKERS ESTIMATED NUMBERS NECESSARY FOR PLANNED RUSSIAN ECONOMY DEVELOPMENT

Parikova N.V., Pitukhin E.A., Sigova S.V.

Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, e-mail: Junior researcher, ptasha@psu.karelia.ru, eugene@psu.karelia.ru, sigova@onego.ru

Currently Russia is facing population decreasing in active working age that will affect economy demand in external labour resources, i.e. foreign labour migrants. In order to forecast foreign labour migration necessary for Russian economy it is supposed to apply for a reverse production function, that defines labour resources dependence upon estimated GDP volumes. While modeling, estimated numbers of Russian workers are determined through population decreasing in active working age. Type of function is also defined which reflects any changes in modal labour production the best. There are 4 potential scenarios of modal labour productivity for a projection period: «optimist», «middle», «pessimist», «aggravating». They are developed by means of functional relationship extrapolation for a retrospective period both taking into consideration and excluding economic crises. Consequently, in accordance with different scenarios of modal labour productivity for a projection period, projection dynamics, which is theoretically necessary for foreign workers numbers estimation to reach planned GDP volumes, is being thoroughly analyzed. Huge increase in foreign labour force might create tension aggravation on Russian labour market. As a result, the most favourable figures of estimated foreign workers will correlate to «optimist» and «middle» scenarios of modal labour productivity.

Keywords: foreign workers, foreign labour migration, production function, modal labour productivity

Удовлетворение потребности работодателей в трудовых ресурсах является важнейшим условием экономической деятельности. Именно работники, связанные определенными производственными отношениями, создают материальные блага, необходимые для существования, развития общества, повышения его благосостояния. Для заданного темпа экономического роста требуется определенное количество работников, которые являются необходимым ресурсом для функционирования и развития экономики. При невозможности удовлетворения спроса на трудовые ресурсы за счет внутренних источников возникает потребность в привлечении иностранных работников.

Следовательно, для достижения запланированных значений валового внутреннего продукта (ВВП) при определенном

уровне научно-технической оснащенности и производительности труда требуется оценить необходимое значение численности работников, одной из составляющей которых являются иностранные работники.

Моделирование требуемой численности иностранных работников

Прогнозированию численности иностранных трудовых мигрантов российскими учеными уделяется важное внимание. Так, Коровкин А.Г. [5] строит прогнозы на основе экстраполяции ретроспективных тенденций при инерционном развитии, Кашепов А.В. [2] при прогнозировании масштабов миграции учитывает прогноз социально-экономического развития России. Прогнозные масштабы зарубежной трудовой миграции должны определяться как

с учетом сокращения численности трудовых ресурсов России, так и с учетом скорости обновления производственных фондов, темпов роста производительности труда. В современных исследованиях необходимой дополнительной потребности в кадрах, как правило, не учитываются возможности внедрения новых технологий, что позволяет сократить спрос на рабочую силу [7].

Авторами для прогнозирования необходимого количества трудовых ресурсов при заданном или планируемом объемах производства на будущие периоды предлагается использовать функцию спроса на занятость в виде зависимости количества работников от выпуска, которая является обратной производственной функцией [1]. В свою очередь производственная функция выражает зависимость результатов производства от затрат ресурсов [3]. Параметры и вид производственной функции могут быть определены в результате исследования ретроспективных данных. При этом информационной базой для построения моделей на уровне национальной экономики могут быть официальные источники Росстата.

Необходимо иметь в виду, что в результате технического прогресса возможны изменения норм затрат производственных факторов, а также соотношений, в которых они могут замещать друг друга, и параметров эффективности. Таким образом, с течением времени могут меняться не только параметры, но и формы производственной функции.

Вследствие анализа ретроспективных данных в качестве производственной функции была выбрана мультипликативная модель, которая имеет вид:

$$X_t = F_t \cdot L_t, \quad (1)$$

где X_t – объем ВВП; L_t – численность работников; F_t – модельная производительность труда; t – индекс времени: на ретроспективном периоде $t \in [t_s, t_0]$; на периоде прогнозирования $t \in [t_0, t_f]$.

В то же время среднегодовая численность работников L_t на рынке труда, обеспечивающая функционирование экономики и производство запланированного объема ВВП, складывается из численности российских работников L_r на рынке труда в год t и численность иностранных работников L_m на рынке труда в год t :

$$L_t = L_r + L_m. \quad (2)$$

Из (1) и (2) следует, что численность иностранных работников L_m выражается в виде разности $X_t/F_t - L_r$.

Чтобы L_m не принимала отрицательные значения, для определения ее численности

используется остаточный принцип: если для успешного развития экономики страны требуется работников больше, чем имеется в России, то возникший дефицит кадров заполняют иностранные работники; в противном же случае приток зарубежных трудовых мигрантов нежелателен. Данное условие задает выражение

$$L_m = \begin{cases} X_t/F_t - L_r & | X_t/F_t > L_r \\ 0 & | X_t/F_t \leq L_r \end{cases} \quad (3)$$

Таким образом, выражение (3) определяет необходимую численность иностранных работников L_m в зависимости от внешних экзогенных факторов: объемов производства X_t , модельной производительности труда F_t и численности российских работников L_r .

Для прогнозирования необходимой численности иностранных работников на основе (3) необходимо знать прогнозные значения всех факторов правой части этого уравнения. Прогнозные значения индекса физического объема X_t содержатся в КДР-2020 [4], следовательно, необходимо определить значения F_t и L_r на перспективный период.

Авторами предлагается осуществить прогнозирование указанных факторов методом экстраполяции эконометрической зависимости данных факторов от экзогенного параметра времени t на ретроспективном периоде.

На рис. 1 показан вклад российских и иностранных работников в совокупную среднесписочную численность работников на ретроспективном периоде $t \in [t_s, t_0]$.

Оценка численности российских работников

Численность российских работников L_r на ретроспективном периоде была получена из (2) путем вычитания численности иностранных работников L_m из среднесписочной численности работников L_t . Для определения прогнозной численности российских работников L_r на прогнозном периоде найдем на ретроспективном периоде ее функциональную зависимость от доминирующего фактора – численности населения в трудоспособном возрасте N_t . Прогноз численности населения в трудоспособном возрасте N_t известен на прогнозируемый период $t \in [t_0, t_f]$ из официального прогноза Росстата [6].

Предположим, что количество российских работников L_r связано линейно с численностью населения в трудоспособном возрасте N_t :

$$L_r = k_t^E \cdot N_t, \quad (4)$$

где k_t^E – доля российских работников в численности населения в трудоспособном возрасте.

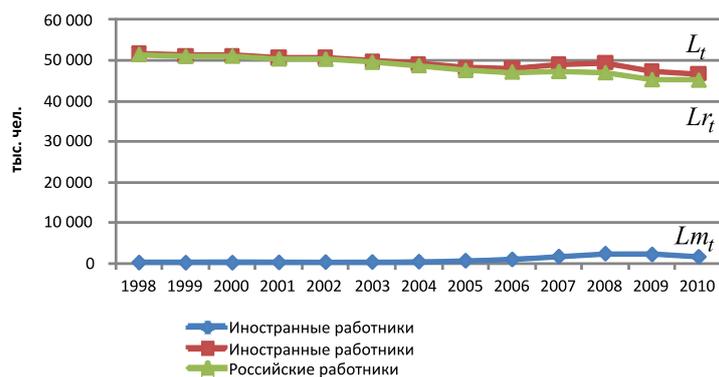


Рис. 1. Динамика численности российских и иностранных работников, 1998–2010 гг.

Изменение доли российских работников в численности населения в трудоспособном возрасте на ретроспективе изображено на рис. 2, а также два возможных варианта изменения этого показателя в перспективе.

Первый возможный вариант – функция тренда имеет авторегрессионный вид, то

есть функция уменьшается, но имеет асимптоту – значение, которое она никогда не пересечет.

Второй вариант – тенденция имеет логарифмический вид тренда:

$$y_t = \alpha_1 + \alpha_2 \cdot \ln t. \quad (5)$$

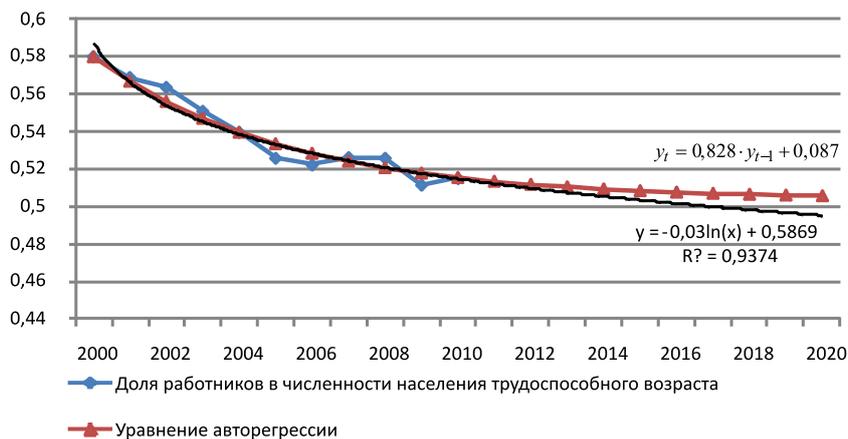


Рис. 2. Доля российских работников в населении в трудоспособном возрасте: ретроспектива и прогноз

По прогнозным оценкам до 2018 г. ежегодно сокращение трудоспособного населения будет составлять около 1 млн человек. Кроме того, будет ухудшаться также возрастная структура: доля населения в трудоспособном возрасте сократится с 63,3–63,5% в 2006–2008 гг. до 53,6–56,7% в 2025–2030 гг., а доля 20–29-летних в населении трудоспособного возраста, которая составляет в настоящий момент 27,4%, снизится до 25,2% к 2015 году, а к 2025 году – до 18,5% [6]. В соответствии с этим в качестве модельной функции для прогнозирования доли российских работников в численности населения в трудоспособном возрасте была выбрана логарифмическая функция в силу прогнозируемого постоянного сокращения не только численности трудовых ресурсов, но и ухудшения ее структуры.

Используя установленный на ретроспективном периоде коэффициент, получим:

$$k_t^E = 0,587 - 0,030 \cdot \ln t. \quad (6)$$

Преобразуем (3) с учетом (4) и (6):

$$Lm_t = \frac{X_t}{F_t} - (0,587 - 0,030 \cdot \ln t) \cdot N_t. \quad (7)$$

Для прогнозирования необходимой численности зарубежных трудовых мигрантов необходимо определить вид функции F_t , отражающей изменения модельной производительности труда.

Моделирование сценариев развития производительность труда

Выбор вида модельной функции F_t зависит от анализа ретроспективного и перспективного развития российской экономики,

объемов плановых инвестиций, программы обновления основных фондов и многих других факторов. В начале экономического подъема рост ВВП может иметь прямо пропорциональный характер, или экспоненциальный, потом рост замедляется, и его хорошо описывает логарифмическая, а далее и логистическая кривая, ведущая к насыщению. Чтобы определить вид функции F_t , используемой в модели, рассмотрим несколько возможных сценариев ее поведения на прогнозируемом периоде в зависимости от ретроспективных данных 1998–2008 гг. (ретроспектива докризисного периода) и 1998–2010 гг. (ретроспектива с учетом кризисных лет).

В прогнозном периоде до 2020 г. развитие F_t рассматривалось в рамках четырех основных сценариев:

1) «оптимистического»

$(F_t^I = 382,377 \cdot e^{0,0731t})$ – при условии, что тенденция экспоненциального докризисного роста F_t продолжится после восстановления кризисного положения (при идентификации параметров исключались кризисные точки 2009 и 2010 гг.);

2) «среднего»

$(F_t^{II} = 397,659 \cdot e^{0,0643t})$ – при условии сохранения тенденции экспоненциального роста F_t , но более медленными темпами за счет восстановления после кризиса (при идентификации параметров учитывались кризисные точки 2009 и 2010 гг.);

3) «пессимистического»

$(F_t^{III} = 39,785 \cdot t + 363,738)$ – при условии линейного роста F_t на прогнозном периоде (при идентификации параметров учитывались кризисные точки 2009 и 2010 гг.);

4) «угрожающего»

$(F_t^{IV} = \frac{929,729}{1 + 7,922 \cdot e^{-0,230t}} + 286,430)$ – при условии тенденции развития во времени по логистическому закону, имеющего ограничения на рост (при идентификации параметров исключались кризисные точки 2009 и 2010 гг.).

На ретроспективном периоде наилучшим образом изменение F_t описывается без учета кризисных точек 2009 и 2010 гг. двумя совершенно противоположными сценариями: «оптимистическим» (F_t^I) и «угрожающим» (F_t^{IV}); коэффициенты детерминации данных функций наиболее высоки и соответственно равны 0,9969 и 0,9959. При этом стандартная ошибка имеет меньшее значение у «оптимистического» сценария

по сравнению с «угрожающим» (8,048 против 8,905).

Данные сценарии получены методом экстраполяции тенденций выбранных функциональных зависимостей ретроспективного периода и характеризуют долгосрочные перспективы развития модельной производительности труда. Чтобы их можно было использовать для краткосрочного и среднесрочного прогнозирования, полученные параметры соответствующих прогностических функций должны удовлетворять крайним условиям на границе ретроспективного периода. Для этого модельные функции должны проходить через последнюю точку данных ретроспективного периода $t_{0-1} \in [t_s, t_0)$: $F_{t_{0-1}} \approx F_{t_{0-1}}^{I,II,III,IV}$. При этом стыковка функций производится за счет подбора начальных условий в виде постоянных параметров смещения, а параметры, характеризующие темпы роста и поведение кривой, остаются неизменными.

С учетом осуществленной коррекции параметров полученные прогнозные сценарии динамики модельной производительности труда имеют вид, отображенный на рис. 3.

Полученные количественные оценки, а также опубликованные Правительством России планы увеличения темпов роста производительности труда [4], позволяют сделать обоснованный вывод, что в продолжение докризисной динамики и для прогнозирования послекризисного роста F_t наилучшим образом подойдет экспоненциальная функция вида

$$F_t = \lambda_1 \cdot e^{\lambda_2 t}, \quad (8)$$

где k – темп изменения; a – константа тренда. При этом данные параметры должны будут выбираться с учетом влияния ретроспективы кризисного периода 2009 и 2010 гг.

Возможность усиления экспоненциального роста F_t в ближайшем будущем объясняется переходом российской экономики от экспортно-сырьевого к инновационному типу развития, который изложен в Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года (КДР-2020). Переход к инновационному развитию экономики возможен за счет наращивания сравнительных преимуществ государства в науке, образовании и высоких технологиях, что позволит задействовать новые источники экономического роста.

Прогнозирование численности иностранных работников

Рассмотрим динамику теоретически необходимой для обеспечения планового объема

производства ВВП численности иностранных работников Lm_t в зависимости от различных

сценариев изменения модельной производительности труда F_t , приведенных на рис. 3.

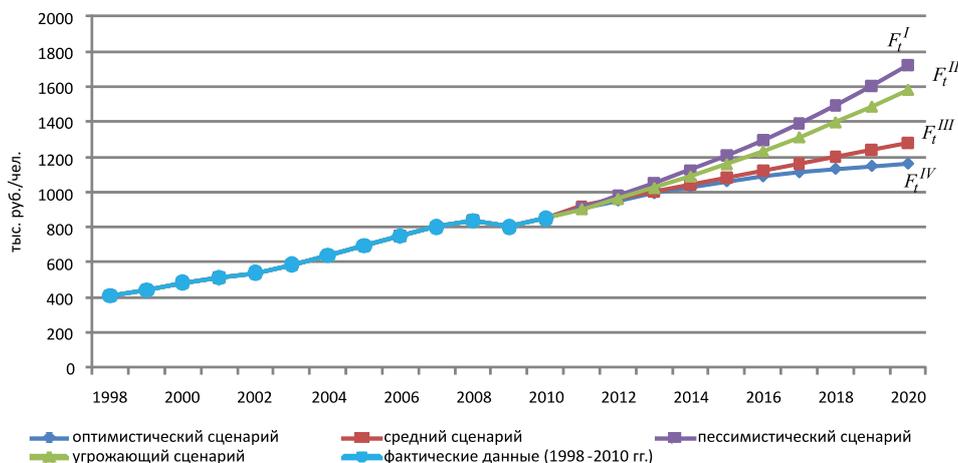


Рис. 3. Ретроспектива и сценарии изменения тренда функции F_t тыс. руб./чел.

Для прогнозирования сценариев изменения численности Lm_t используем уравнение (7), выбирая функцию F_t из множества

$\{F_t^I, F_t^{II}, F_t^{III}, F_t^{IV}\}$. Результаты расчетов соответствующих сценариев изменения прогнозной численности приведены на рис. 4.

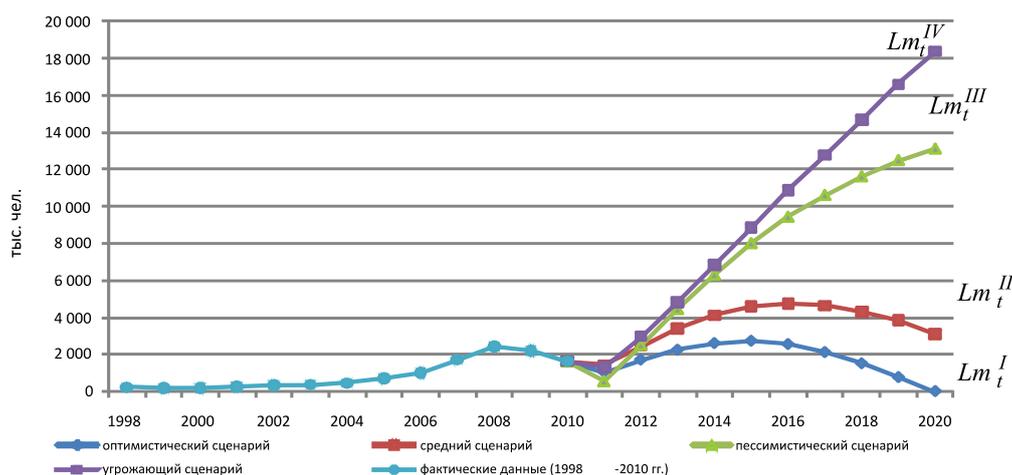


Рис. 4. Варианты расчетов необходимой численности иностранных работников на прогнозном периоде в зависимости от различной динамики модельной производительности труда, тыс. чел.

Как видно из рис. 4, в случае «оптимистического» варианта развития ($F_t = F_t^I$) к 2020 г. полностью отпадет необходимость в привлечении иностранных работников. В случае «среднего» варианта развития ($F_t = F_t^{II}$) до 2015 г. потребность в иностранных работниках будет увеличиваться до 5 млн чел., после чего она начнет сокращаться и к 2020 г. составит около 3 млн чел. В случае «пессимистического» варианта развития ($F_t = F_t^{III}$) потребность в иностранных работниках будет постоянно увеличиваться и к 2020 г. составит более 13 млн чел. В случае «угрожающе-

го» варианта развития ($F_t = F_t^{IV}$) потребность в иностранных работниках, начиная с 2012 г., будет увеличиваться резкими темпами и к 2020 г. превысит 18 млн чел.

Заключение

Роль зарубежной трудовой миграции в развитии российской экономики усиливается в условиях углубления процессов глобализации и сокращения численности трудовых ресурсов. Однако расширение масштабов использования дешевой иностранной рабочей силы может грозить, с одной стороны, сохранением низкой производительности труда и обострением на-

пряженности на российском рынке труда, с другой. Таким образом, наиболее приемлемой для развития экономики России запланированными темпами будет численность привлекаемых иностранных работников, соответствующая «оптимистическому» или «среднему» сценариям развития модельной производительности труда. Влияние зарубежной трудовой миграции на российский рынок труда, в частности, на напряженность на нем, заслуживает более детального рассмотрения и является темой следующих исследований.

Работа выполняется при финансовой поддержке Программы стратегического развития ПетрГУ в рамках реализации комплекса мероприятий по развитию научно-исследовательской деятельности.

Список литературы

1. Гневашева В.А. Прогнозирование занятости с помощью функции Кобба–Дугласа // Знание. Понимание. Умение. – 2005. – № 1. – С. 117–122.
2. Кашепов А.В. Рынок труда и миграция в 2008–2020 годах // Научный эксперт. Научный электронный журнал. – 2008. – Выпуск 12. – С. 26–35.
3. Колемаев В.А. Математическая экономика: учебник для вузов. – 3-е изд., стереотип. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. – 399 с.
4. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года – Распоряжение Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662-р.
5. Коровкин А.Г. Макроэкономическая оценка состояния сферы занятости и рынка труда в России // презентация доклада [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://strategy2020.rian.ru/documents/> (дата обращения: 02.07.2012).
6. Предположительная численность населения Российской Федерации до 2030 года: статистический бюллетень [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat/rosstatsite/main/publishing/>

catalog/statisticJournals/doc_1140095525812 (дата обращения: 03.07.2012).

7. Топилин А.В., Парфенцева О.А. Перспективы трудовой миграции в России: от количественных к качественным параметрам. – М.: МАКС Пресс, 2008. – 105 с.

References

1. Gnevasheva V.A. *Znanie. Ponimanie. Umenie*, 2005, no. 1, pp. 117–122.
2. Kshepov A.V. *Nauchnyj jekspert. Nauchnyj jelektronnyj zhurnal*, 2008, vol. 12, pp. 26–35.
3. Kolemaev V.A. *Matematicheskaja ekonomika: Uchebnik dlja vuzov* [Mathematical economy: textbook]. Moscow, JuNITI-DANA, 2005. 399 p.
4. *Koncepcija dolgosrochnogo social'no-jekonomicheskogo razvitija Rossijskoj Federacii na period do 2020 goda – Rasporjazhenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 17 nojabrja 2008 g. no. 1662-r.* [Concept of a long-term socio-economic development of the Russian Federation till 2020]
5. Korovkin A.G. *Makroekonomicheskaja ocenka sostojanija sfery zanjatosti i rynka truda v Rossii. prezentacija doklada* (Macroeconomic evaluation of employment and labour market in Russia. report presentation), Available at: <http://strategy2020.rian.ru/documents/> (accessed: 2 July 2012).
6. *Predpolozhitel'naja chislennost' naselenija Rossijskoj Federacii do 2030 goda: statisticheskij bjulleten'* (Estimated figures of population of the Russian Federation till 2030: statistic bulletin), Available at: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat/rosstatsite/main/publishing/catalog/statisticJournals/doc_1140095525812 (accessed: 03 July 2012).
7. Topilin A.V., Parfenceva O.A. *Perspektivy trudovoj migracii v Rossii: ot kolichestvennyh k kachestvennym parametram* [Labour migration perspectives in Russia: from qualitative to quantitative parameters]. Moscow, MAKS Press, 2008. 105 p.

Рецензенты:

Васильева З.А., д.э.н., профессор, директор Института управления бизнес-процессов и экономики ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск;

Шишкин А.И., д.т.н., профессор, директор Института экономики Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск.

Работа поступила в редакцию 14.08.2012.

УДК 330.564.2

ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ВЛИЯНИЯ ФИНАНСОВОЙ ПОЛИТИКИ РОССИИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ В ОБЩЕСТВЕ

Разумовская Е.А.

НОУ ВПО «Гуманитарный университет», Екатеринбург, e-mail: rasumovskaya.pochta@gmail.com

Статья посвящена проблематике сочетания приемлемого уровня экономического роста и сохранения гарантий социального обеспечения населения в современном российском обществе. Целью работы является выявление условий эффективного роста экономики государства при формировании социально ориентированной финансовой политики РФ. Представлен анализ эмпирических и статистических материалов по основным направлениям прямых социальных выплат – пенсий, пособий и стипендий и отражена динамика этих показателей за пятилетний период. Рассмотрены индикаторы, характеризующие уровень жизни населения и степень расслоения российского общества. Актуализирована потребность в формировании современной модели государственного регулирования экономики, сочетающей в себе политику *laissez faire* и патерналистические обязательства перед населением страны в условиях повышения требований к эффективности использования государственных средств. Высказана точка зрения автора на перспективы развития отечественной экономики в свете построения открытых отношений с мировым сообществом и с позиций вступления России в ВТО. Отмечено значение интеграции РФ в рамках формирования Таможенного союза и Единого экономического пространства с республиками Беларусь и Казахстан для всей ее экономики. На основе проведенного исследования автор строит прогноз динамики социальных и экономических показателей в России.

Ключевые слова: финансовая политика, государственное регулирование, уровень доходов, социальные расходы, индикаторы уровня жизни

APPROACHES TO THE ASSESSMENT OF IMPACT FINANCIAL POLICY OF RUSSIA ON THE EFFICIENCY OF SOCIO-ECONOMIC REFORMS IN SOCIETY

Razumovskaya E.A.

Liberal Art University, Yekaterinburg, Russia e-mail: rasumovskaya.pochta@gmail.com

The article is devoted problems a combination of acceptable levels of economic growth and maintain social welfare guarantees of the population in contemporary Russian society. The aim is to identify conditions for the effective growth of the state at the formation of socially oriented financial policy of the Russian Federation. Presented analysis of empirical and statistical data on key areas of direct social benefits – pensions, grants and scholarships, and reflects the dynamics of these indicators over a five year period. Are considered indicators that characterize the living standards and the degree of stratification of Russian society. Actualized the need for the formation of the modern model of state regulation of economy, combining policy *laissez faire* and paternalistic obligation to the people of the country in terms of increased efficiency using of public funds. Expressed the author's point of view on the development prospects of the domestic economy in light of the construction of an open relationship with the international community and from the standpoint of Russia's accession to the WTO. The note importance value of integration of Russia in the framework of the Customs Union and Single Economic Space with Belarus and Kazakhstan for its entire economy. Based on research author builds a forecast dynamic of social and economic performance in Russia.

Keywords: financial policy, government regulation, income level, social spending, indicators of living standards

В российской экономике, несмотря на ряд отдельных ее конкурентных преимуществ, наиболее острым является выбор между обеспечением социального равенства и социальной справедливости в обществе и возможностью достижения приемлемых темпов роста экономики. Выбор между этими направлениями деятельности остается актуальным длительное время для многих стран мира. Поскольку в рыночных условиях происходит серьезное обострение накопленных структурных деформаций экономико-социальной системы общества, то существующая модель в отечественной экономике не обеспечивает в настоящее время наличия инструментов ее роста и будет в будущем усугублять имеющиеся негативные тенденции. На данном этапе необходима выработка иной модели развития.

Среди проблем в данном направлении одной из важных представляется возрастающий антагонизм экономических и социальных интересов в обществе. В этой связи вызывает определенные опасения преобладание патерналистических инструментов при формировании государственной финансовой политики, когда основной целью ее реализации является сокращение социального неравенства в обществе. Такое направление, безусловно, важно, поскольку позволяет в долгосрочном аспекте снижать потери экономической эффективности, которые могут проявляться в эскалации социальной напряженности, росте преступности и безработицы, в недостаточности средств для получения образования, снижении производительности труда и прочих проявлениях. Следует отметить, что государственное ре-

гулирование экономики, имея целью преодоление и смягчение социальных конфликтов, может одновременно негативно отражаться на факторах экономического роста.

Отношения государства и общества в рамках политики *laissez faire* являются, по сути, противоположными. Воплощение этой политики может привести к социально-экономическим деформациям при перераспределении доходов в обществе в условиях рыночного хозяйства. Экономическими деформациями являются провалы рынка, которыми традиционно считают несовершенство конкуренции, отрицательное экстернальное воздействие, факторы, не позволяющие рынку производить товары и услуги в оптимальном объеме, информационную асимметричность, инфляцию и безработицу [2]. Негативное влияние политики *laissez faire* проявляется как в повышении экономической и социальной несправедливости в обществе, так и в сокращении эффективности экономики в целом. Снижение темпов роста нерегулируемой экономики происходит вследствие кризисов перепроизводства товаров, волатильности цен, вызванных несогласованностью интересов производителей и потребителей. Провалы рынка приводят к тому, что экономика функционирует неэффективно, не достигая границ производственных возможностей. Такие провалы порождаются финансовыми решениями фирм-производителей, которые могут быть мотивированы, в частности, решениями о реинвестировании полученной прибыли, либо связанными с управлением риском [1].

Потребность в оптимальном применении государственного регулирования экономики и использовании элементов политики *laissez faire* может реализоваться в формировании инновационного механизма, сочетающего эти две крайности. Результатом воплощения подобного комплексного подхода может стать выявление новых возможностей экономического роста.

Отечественные социально-экономические условия требуют выделить несколько направлений модернизации, которые позволят повысить потенциал отечественной экономики: бюджетную и денежно-кредитную политику, улучшение предпринимательского и инвестиционного климата, либерализацию и повышение эффективности рынка труда и стимулирование конкуренции в условиях открытой экономики. Решению задач повышения темпов экономического роста в рамках бюджетного и денежно-кредитного регулирования будет способствовать ряд мер, среди которых:

- регламентирование объема государственных заимствований, не превышающих в совокупности 25 % ВВП;

- аккумуляция дополнительных доходов в резервном фонде и неиспользование их на текущие нужды;

- структурные преобразования в бюджетной политике в сторону увеличения финансирования инвестиционных и инновационных направлений, науки;

- сокращение социальных расходов и сокращение финансирования силовых структур;

- снижение инфляции до уровня, соответствующего показателям развитых стран – около 3%. Достижение такого показателя может быть реализовано посредством модифицированного таргетирования инфляции и отказа от искусственного удержания рубля в пределах определенного, довольно узкого, коридора колебаний;

- введение единых международных стандартов финансовой отчетности (МСФО);

- ужесточение требований к капиталу банков и стимулирование конкуренции в банковском секторе.

Стимулированию предпринимательского и инвестиционного климата в России может способствовать еще один немаловажный аспект денежной политики – организация и эффективное регулирование финансовых рынков, сопряженное с реформированием правовой системы, защитой конкуренции, ограничением государственного регулирования предпринимательского сектора, стимулированием строительства, обеспечением доступа к коммуникациям и инфраструктуре [6].

Повышению эффективности рынка труда и его цивилизованной либерализации будет способствовать политика стимулирования трудовой мобильности населения, обеспечение отраслевой концентрации трудовых ресурсов в зонах экономического роста, облегчение доступа населения к социальным благам на всей территории страны и повышение иммиграционной привлекательности России.

Повышение конкуренции в условиях открытой экономики является наиболее важной задачей с точки зрения развития факторов экономического роста. Начало вхождения РФ в ВТО в декабре 2011 года и ратификация соглашений в этой сфере Государственной Думой России летом 2012 года стали первыми шагами на пути более широкой интеграции России в мировую экономику. Вступление во Всемирную торговую организацию позволит диверсифицировать российский экспорт при условии скоординированных усилий власти и бизнеса. Серьезное значение имеет также формирование Таможенного союза и Еди-

ного экономического пространства с республиками Беларусь и Казахстан. Такая форма интеграции позволит России расширить границы рынка сбыта своих товаров. Немаловажным аспектом вовлечения России в систему международных связей является то, что развитие конкуренции способствует прогрессивным институциональным сдвигам [6]. Единое экономическое пространство является инструментом повышения темпов экономического роста в долгосрочной перспективе и ведет к либерализации условий ведения бизнеса.

Преобразования и реформы, необходимые для России, позволят ей сгладить последствия негативных социально-экономических последствий, сопровождавших реформы последнего десятилетия XX века. Формирование конкурентных условий будет способствовать обеспечению роста занятости и доходов населения, преодолению колоссального расслоения общества и бедности, достижению приемлемого социального равенства в обществе. Табл. 1 позволяет проанализировать динамику количества бедного населения и его доли в общей численности россиян.

Таблица 1

Численность населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума¹

Показатель/период	2000	2007	2008	2009	2010	2011	2012*
Численность населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума, млн чел.	42,3	18,7	18,8	18,2	17,9	18,1	17,8
В процентах от общей численности населения	29,0	13,3	13,4	13,0	12,6	12,8	12,6

¹ Составлено автором по данным Государственного комитета статистики, доступ: www.gks.ru.
* Прогноз автора.

Свыше 12% населения России имеют доходы ниже прожиточного минимума. Подобный показатель не может соответствовать критериям экономически развитого государства, когда номинальные показатели доходов и прожиточного минимума не в полной мере удовлетворяют спектр потребностей населения. При исчислении величины прожиточного минимума в отечественной практике используется потребительская корзина, критерии отбо-

ра товаров и услуг в которую подвергаются обоснованной критике со стороны независимых аналитиков и общественных организаций.

Несколько информативнее в сравнении с абсолютными показателями выглядят данные о распределении денежных доходов населения, представленные в табл. 2, которые свидетельствуют о существенном разрыве в доходах различных экономико-социальных групп населения России.

Таблица 2

Распределение общего объема денежных доходов населения, %²

Показатели/периоды	2000	2007	2008	2009	2010	2011	2012*
Денежные доходы всего, в том числе по 20% группам населения:	100	100	100	100	100	100	100
первая (с наименьшими доходами)	5,9	5,1	5,1	5,1	5,2	5,2	5,5
вторая	10,4	9,7	9,8	9,8	9,8	9,9	10,3
третья	15,1	14,8	14,8	14,8	14,8	14,9	15,2
четвертая	21,9	22,5	22,5	22,5	22,5	22,6	22,7
пятая (с наибольшими доходами)	46,7	47,9	47,8	47,8	47,7	47,4	46,3
Коэффициент дифференциации доходов, в раз	13,9	16,8	16,8	16,7	16,5	16,1	14,5
Коэффициент Джини (индекс концентрации доходов)	0,395	0,423	0,422	0,422	0,421	0,416	0,403

² Составлено автором по данным Государственного комитета статистики, доступ: www.gks.ru.
* Прогноз автора.

Приведенные данные позволяют отметить устойчивый тренд – рост по сравнению с 2000 годом и закрепление в течение десятилетия показателей дифференциации и концентрации доходов. Разрыв в величине полученных доходов различных групп населения превышает 16 раз, что свиде-

тельствует о расслоении общества. Индекс Джини подтверждает концентрацию доходов у группы населения, имеющей наибольший уровень доходов в том же периоде. Положительным моментом является ожидание некоторого снижения коэффициента дифференциации доходов и индекса концен-

трации доходов соответственно до уровней 14,5 и 0,403 в 2012 году на фоне начавшейся тенденции 2011 года.

Безусловно, в государствах, которые преодолевают последствия этапа переходной экономики, вопрос социального неравенства стоит наиболее остро: с одной стороны, объективные экономические процессы ведут к расслоению общества по уровню располагаемых доходов, с другой стороны, система социальной защиты, унаследованная от прошлого, перестала быть эффективной [3]. При этом следует признать, что проблема бедности характерна не только для развивающихся, но и для вполне развитых и благополучных экономик современного мира. Преодолением проблемы социального расслоения общества, экономической и социальной несправедливости, возникающей как провалы рынка и социальной деформации при перераспределении доходов в условиях рыночного хозяйства и одновременно повышением эффективности экономики, может стать реализация новой парадигмы инноваций – партнерства государственных и общественных интересов при активных усилиях со

стороны бизнеса. Провалы рынка порождаются несовершенством конкуренции и проявляются через внешние эффекты, что не позволяет рынку производить товары и услуги в оптимальном объеме, а также через информационную асимметрию, инфляцию и безработицу [3]. Решением таких проблем остается государственное регулирование экономики, которое направлено на обеспечение улучшения условий конкуренции для повышения эффективности экономики, когда возможно гармоничное развитие общества и социальное равноправие [6].

Представленные аргументы обуславливают необходимость формирования финансового механизма, который смог бы обеспечить принципиально иные отношения между государством и обществом. Формирование такого механизма внутри страны может происходить на платформе рационального взаимодействия бизнеса, власти и общества, построенного на принципах долгосрочной и взвешенной стратегической политики.

Табл. 3 отражает направления социально ответственной политики государства и данные о динамике бюджетных расходов страны.

Таблица 3

Социальные расходы по отдельным направлениям в РФ³

Статьи расходов/периоды	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.*
Социальные выплаты, млрд руб., в т.ч.	2 477,7	3 334,0	4 000,7	4 800,9	5 002,1	5 022,1
– пенсии	1 669,7	2 283,0	2 739,6	3 287,5	3 614,1	3 628,6
– стипендии	26,4	35,7	43,6	7,6	51,8	52,0
– пособия	639,5	830,0	996,0	1 145,4	1 271,4	1 276,5
Удельный вес социальных выплат, % от ВВП	7,5	8,0	8,6	9,1	9,8	10,2

³ Составлено автором по данным Государственного комитета статистики, доступ: www.gks.ru.

* Прогноз автора.

Приведенные в табл. 3 данные свидетельствуют об увеличении трансфертных расходов (TR), ориентирующих финансовую политику государства на выполнение обязательств перед социально незащищенными слоями населения. Одновременно наращивание социального бремени, как уже отмечалось, определяет увеличение дефицита государственного бюджета, поиск путей его преодоления и снижение эффективности экономики в долгосрочной перспективе.

Требования к эффективности государственных расходов возрастают и вызывают необходимость формирования процессов рационального принятия решений при изучении всех исходных условий, в которых находится экономическая система. Такие процессы многоаспектны и имеют целью достижение сбалансированного состояния экономики. Основными критериями, харак-

теризующими положение экономики любого государства, в том числе российского, является состояние его бюджета и оценка зависимости от внешней конъюнктуры. Реализация программ сбалансированной перестройки экономики способна запустить механизмы социально-экономического деvelopeмента – долгосрочного процесса гармоничного развития хозяйства страны как саморегулирующейся неосоциальной системы. Инструментами, способными реализовать новые приоритеты и в обозримой перспективе сформировать эффективную экономическую систему в России, являются процессы модернизации и диверсификации, для чего совершенно необходимы масштабные преобразования в стране, которые нереализуемы без консолидации усилий власти и общества в рамках инновационной финансовой политики.

Воплощение стимулирующих мер не должно вызывать усугубление социального неравенства в обществе, какими бы результативными эти меры не представлялись априори. Одновременно необходимо всесторонне оценивать комплекс инструментов властей в рамках социальной политики с тем, чтобы государственное социальное финансирование не снижало возможностей экономического роста страны.

Список литературы

1. Боди З., Мертон Р.К. Финансы. – М., СПб., Киев: ИД Вильямс, 2008. – 584 с.
2. Занадворов В.С., Колосницына М.Г. Экономическая теория государственных финансов. – М.: ГУ ВШЭ, 2006. – 391 с.
3. Кантер Р.М. От поверхностных перемен к реальным. Социальный сектор как полигон для бизнес-инноваций. Harvard Business Review. On Innovation / пер. с англ. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2008. – С. 169–196.
4. Полищук Л. Корпоративная социальная ответственность или государственное регулирование // Вопросы экономики. – 2009. – № 10. – С. 4–22.
5. Сайт государственной службы статистики: www.gks.ru.
6. Ясин Е.Г. Сценарии для России на долгосрочную перспективу. Новый импульс через два десятилетия // Доклад. Материалы XIII Международной научной конферен-

ции по проблемам развития экономики и общества. – М.: Издательский дом ВШЭ, 2012. – 82 с.

References

1. Bodie Z., Merton R.C. Finance. Moscow St.-Pb. Kiev: PH Williams, 2008. 592 p.
2. Znadvorov V.S., M.G. Kolosnitsyna. The economic theory of public finance. Moscow: Higher School of Economics, 2006. 391 p.
3. Kanter R.M. From the surface to real change. The social sector as a training ground for business – innovation. Harvard Business Review. On Innovation. Tr. from English. M.: Harvard Business Review, 2008. pp. 169–196.
4. Polishchuk L. Corporate Social Responsibility or state regulation. Economic Issues, 2009, no. 10, pp. 4–22.
5. Site of the State Statistics Service: www.gks.ru.
6. Yasin E.G. Scenarios for Russia in the long term. A new impulse in two decades // Report. Materials of the XIII International Scientific Conference on Economic and Social Development. Publishing House HSE, Moscow, 2012. 82 p.

Рецензенты:

Князева Е.Г., д.э.н., профессор, зав. кафедрой страхования, Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург;

Игнатъева М.Н., д.э.н., профессор, Уральский государственных горный университет, г. Екатеринбург.

Работа поступила в редакцию 12.08.2012.

УДК 330.59.004.12

НАЦИОНАЛЬНАЯ ИННОВАЦИОННАЯ СИСТЕМА КАК ОСНОВА ЭКОНОМИКИ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ

Савин К.Н., Нижегородов Е.В.

ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет»,
Тамбов, e-mail: kon-savin@yandex.ru

Экономический аспект играет большую роль в формировании качества жизни. Исходя из этого, обеспечение экономического роста является одним из приоритетных направлений развития любой страны. Время показывает, что наиболее высокое качество жизни достигается в тех странах, которые могут обеспечить инновационное развитие национальной экономики. В статье авторы рассматривают и дают подробную характеристику основных факторов, обеспечивающих благосостояние страны, указывают базовые условия, формирующие способность общества к разработке новых производственных технологий и социальных инноваций, выделяют важные этапы инновационных прорывов, которые пережило человечество в процессе эволюции. Главное внимание уделяется обоснованию необходимости формирования национальной инновационной стратегии, определению существующих недостатков в реализации данного вопроса. Предлагается механизм реализации национальной инновационной стратегии, указываются основные направления инновационного развития страны. Обосновывается и существенная роль государства в данных процессах.

Ключевые слова: качество жизни, инновационное развитие

NATIONAL INNOVATION SYSTEM AS A BASIS OF ECONOMY OF QUALITY OF LIVE

Savin K.N., Nizhegorodov E.V.

FGBOU VPO «Tambov State Technical University», Tambov, e-mail: kon-savin@yandex.ru

The economic aspect plays a big role in shaping the quality of life. That is why economic growth is one of the priority directions of development of any country. Time has shown that the highest quality of life is achieved in those countries that can provide innovative development of the national economy. In this paper the authors examine and give a detailed description of the main factors for the well-being of the country, indicate the basic conditions that shape society's ability to develop new production technologies and social innovation, highlighting the important stages of innovative breakthroughs that mankind experienced during evolution. The focus is on justifying the need for the formation of a national innovation strategy, the definition of the current weaknesses in the implementation of the issue. A mechanism in the implementation of national innovation strategy, outlines the main directions of innovative development of the country is offered. Essential role of the state in these processes is justified.

Keywords: quality of life, innovation development

В современных условиях меняются подходы к развитию экономики и социальной сферы: на первый план выдвигается ориентация на улучшение жизни населения – ее уровня и качества. В роли *инструмента*, способного привести к глобальному улучшению качества жизни, начинают рассматриваться *инновации*, а также экономика, построенная на основе инноваций. Некоторые исследователи (Д. Белл [2], Дж. Нейсбитт [5], Э. Тоффлер [6], Ф. Фукуяма [7] и др.) считают, что для большинства развитых стран в современном мире именно инновационная экономика обеспечивает мировое экономическое превосходство страны, которая её воплощает. Понимание данного факта позволяет определить пути развития экономики, задать цели и выделить этапы их достижения. Появление в России экономики, ориентированной на качество жизни населения, возможно только лишь за счет развития инноваций, усиления их роли в экономическом развитии, «*строительства*» национальной инновационной системы и инновационной экономики.

Принимая во внимание такой подход, появляется возможность определить перспективы развития России не как простую экстраполяцию современных тенденций и догоняющее *постиндустриальное* развитие, а рассматривать инновационное развитие как фактор, способный коренным образом изменить *текущее* положение страны: постепенно снизить *сырьевую* зависимость экономики, повысить конкурентоспособность, поднять уровень и качество жизни населения.

Источники общественного благополучия можно разделить на две группы: уникальные и воспроизводимые. Уникальные источники богатства – это таланты военных и политических лидеров, наличие полезных ископаемых, востребованных рынком, или уникальные природные условия, благоприятствующие, например, ведению сельского хозяйства в речной долине. Воспроизводимые источники благополучия – это технологии производства различных товаров и услуг, которые используют распространенные ресурсы, поддающиеся более или

менее простому заимствованию и переносу с одной территории на другую. В принципе, любой человек, пройдя соответствующее обучение, может стать носителем воспроизводимых новаций, повышающих общественное качество жизни.

Уникальные источники богатства могут обеспечить благополучие какого-либо народа на протяжении определенного (как правило, довольно короткого) времени, однако они не могут повысить качество жизни человечества в целом. Напротив, технологии производства товаров и услуг, не привязанные к конкретному носителю или территории, поддающиеся копированию и воспроизведению на новом месте, способны поднять качество жизни всех людей на Земле. Поэтому технологическое развитие общества лежит в основе благополучия людей и устойчивого, всеобщего экономического роста.

Способность общества к разработке новых производственных технологий и социальных инноваций определяется двумя обстоятельствами. Во-первых, это наличие талантливых людей, обладающих творческими способностями, а во-вторых – наличие свободных инвестиционных ресурсов, возможности общества отвлекать средства на технологические и социальные эксперименты [4].

Надо помнить, что креативность нужна не только для изобретения новых технологий, но и для их внедрения в производство: внедрение, как и изобретение, требует фантазии и риска. С другой стороны, для развития инноваций требуются инвестиции – технологические новшества внедряются в жизнь с использованием свободных ресурсов, которыми располагает общество, и чем их больше, тем быстрее идет освоение технологий, повышающих качество жизни людей. Поэтому людям, занятым внедрением новых технологий, помимо креативности требуются свободные деньги.

Специалисты считают, что креативность и талант – врожденная способность каждого человека, которую можно развить правильным воспитанием. Однако в повседневной жизни люди, способные годами упорно работать над решением сложных задач, совершать технологические прорывы или реформировать общественные отношения, представляют собой большую редкость. Если предположить, что концентрация талантливых людей примерно постоянна во времени и по территориям, то возможности по генерированию новых технологий и социальных изменений прямо определяются уже достигнутым уровнем благосостояния общества – чем больше оно может отвлечь

ресурсов на социальные и технические эксперименты, тем быстрее идет его развитие. Поэтому по мере накопления общественного богатства развитие человечества ускоряется: по качеству жизни европейцы конца XX века отстают от уровня конца XIX века примерно так же, как XIX век – от XI-го.

Казалось бы, что в этих условиях экономически развитые страны должны были бы качественно и навсегда оставить позади менее развитые экономики в силу того, что у них выше способность к мобилизации ресурсов для продолжения инновационного экономического роста. Тем не менее, богатые и технологически развитые общества не уходят в далекий отрыв от прочего человечества в силу того, что период распространения и заимствования технологий существенно меньше, чем время, необходимое для подготовки следующих изобретений.

Несмотря на то, что за последние два столетия человечество пережило бурный, невиданный ранее технологический прогресс, его продолжение в будущем совершенно не гарантировано. Дело в том, что инновационные прорывы, совершенные за последние сто лет, опираются на знания и технологии в области получения и передачи энергии, накопленные в XVIII–XIX веках. В это время произошел резкий рост энерговооруженности, вызванный переходом производства на ископаемое топливо (каменный уголь стали использовать в металлургии в первой половине XVIII века). Затем последовало изобретение технологии эффективного преобразования тепловой энергии в механическую (паровая машина Уатта). Инновационный процесс замкнуло появление электрических сетей, позволяющих передавать энергию на огромные расстояния. В сумме они вызвали взрывной рост производительности труда, увеличение объемов производства и активизацию инновационной деятельности, основанной на увеличении богатства общества. Однако уже с первой половины XX века принципиального роста энерговооруженности человечества не происходит, а достижения в этой области связаны в основном с увеличением мощности и совершенствованием уже известных двигателей. Паровая машина Уатта превратилась сегодня в мощную тепловую электростанцию, оснащенную огромными котлами и турбинами, однако принцип ее действия остался прежним – она работает в соответствии с циклом Карно, который был впервые описан в 1824 году [3].

Последней значимой новацией, заметно поднявшей производительность труда и качество жизни людей, был Интернет – новая

информационная среда, которая принципиально облегчила обмен данными и повысила доступность разнообразных знаний. Но сегодня у бизнеса нет других изобретений, способных заменить Интернет на месте двигателя экономического прогресса. Поэтому темп экономического развития человеческой цивилизации может сильно замедлиться из-за отсутствия новаций, способных существенно повысить производительность труда. Пауза в технологическом развитии цивилизации может продлиться несколько десятилетий. Торможение экономики среди прочего приведет к коренной перестройке экономической философии современного человека, уверенного в бесконечном продолжении технологического прогресса, быстром обновлении материального окружения, накоплении богатств и повышении качества жизни до невиданных высот. Сегодня это представление лежит в основе консюмеризма, определяющего поведение основной массы населения экономически развитых государств. Отказ от иллюзии бесконечного роста и распад философии консюмеризма может привести к росту социальной напряженности во многих экономически развитых странах. Исчерпание источников быстрого роста может сделать международные отношения более агрессивными. Некоторые страны, пытаясь обеспечить своим гражданам продолжение роста благосостояния, могут попытаться «выжать» необходимые ресурсы из других государств путем военного давления. Так что ускорение технологического прогресса, который станет основой роста производительности труда и качества жизни людей, представляет собой обязательное условие сохранения стабильности на Земле и в отдельных странах мира.

Нужна ли России инновационная стратегия? Однозначно да, прежде всего потому, что внутреннее социальное напряжение нарастает. Основные проблемы России – срок и качество жизни, комфортное жилье, эффективное здравоохранение, дороги, безопасность. Советское наследство настолько обветшало, что восстановить его невозможно. Мы продолжаем деградировать технологически и образовательно, к примеру, по словам известного российского ученого Г.Г. Азгальдова, доля России в мировом наукоемком секторе с 1991 года упала в 7 раз – до менее чем 1% [1]).

Может ли эта инновационная стратегия быть успешной в наших условиях? Теоретически – да, но опыт всех предыдущих российских инновационных проектов показывает, что лучше, если в ней будет заявлено не более 30–40 целей. Не говоря о том, что все

эти стратегии не были совершенными. Поэтому для разработки и реализации эффективной стратегии требуются новые большие решения, в том числе и политические.

Осложнившиеся под воздействием мирового кризиса условия экономической жизни внутри и вовне страны существенно актуализировали потребность в освоении глубинных качественных факторов экономического роста, связанных с переходом на инновационный путь развития. Несмотря на принятые на государственном уровне конкретные решения, реальные продвижения по пути инновационной модернизации экономики пока незаметны. На низком уровне по сравнению с развитыми странами остаются вложения в НИОКР и новые технологии. Существующий экономический механизм не ориентирует предпринимателей, хозяйственные и научные организации на создание и быстрое освоение эффективных научно-технологических и организационных нововведений. Жесткие условия борьбы на мировом рынке требуют от современного государства и предпринимателей наличия конкурентоспособной продукции и постоянной работы над научно-техническими заделами. В подобных условиях и при назревающем переходе к шестому технологическому укладу, лидерство получают те производители, которые обладают конкурентными преимуществами, в первую очередь – инновационными продуктами и технологиями. В этой связи сегодня перед Россией остро встал вопрос инновационной трансформации экономики, внесения назревающих изменений в механизм поощрения инновационного предпринимательства.

Как показал кризис, осуществить подобную трансформацию без активных действий со стороны государства невозможно. Так, крупный российский бизнес не проявляет особой заинтересованности к активизации инновационной деятельности (в рейтинге 1000 крупнейших мировых компаний, осуществляющих исследования и разработки, представлены только 3 российские компании). Более того, сегодня ряд экспертов говорит об «инновационной паузе», некотором торможении НТП, что в условиях посткризисного состояния экономики значительно увеличивает роль государства в деле активизации инновационной деятельности.

Поскольку основой для развития инновационной экономики является деятельность субъектов предпринимательства (именно она формирует спрос на изобретения и технологические новинки, тем самым предъявляя определенные требования к предложению, инициируемому научным

сегментом), то на современном этапе развития российской экономики актуальной задачей становится формирование прорывного механизма государственной поддержки инновационного предпринимательства. При этом в связи с динамическими изменениями в самом инновационном процессе должен трансформироваться и весь текущий механизм государственной поддержки инновационного предпринимательства. Закономерно актуализируется необходимость разработки комплексной модели взаимодействия в сфере инноваций крупных корпораций с субъектами малого и среднего предпринимательства при активной поддержке со стороны государства. Только в этом случае возможен реальный сдвиг предпринимательской активности в стране.

В каких направлениях они должны приниматься? Во-первых, это непосредственно создание стратегии. Та стратегия, которая есть сейчас, не может аккумулировать энергию всей страны. Сегодня в России есть проекты, которые называются инновационными, есть даже мода на разговоры об инновациях. Но в итоге каждый кому не лень говорит об инновациях, зачастую не понимая смысла своих слов, а к инновациям относят те нововведения, которые никому не нужны.

После разработки стратегии необходимо создать механизм ее реализации. При нынешнем состоянии административных органов в России о реализации инновационной стратегии говорить не приходится. Поэтому для реального инновационного прорыва требуется фактически параллельная система управления инновациями. Соответствующий опыт есть в США, Европе и Китае. Там созданы специализированные агентства для работы с инновациями – параллельные системы стимулирования науки и технологий. Такую систему нужно создавать и нам. Шаги, предпринятые властями на данный момент, недостаточны – предложение создать при каждом министерстве агентство по инновациям расплодит бюрократию и не более.

Наконец, нужно четко понимать, где у нас «инновационное пекло» – наиболее отстающие и требующие инновационных подходов сферы жизни общества. В России это, в первую очередь, сфера жилищного строительства. Нам необходимо построить огромное количество квадратных метров жилья на душу населения. Сейчас мы строим в три раза меньше, чем нужно. Причем это должно быть новое, качественное жилье. Также нам нужна новая система здравоохранения – сейчас в этой сфере де-

лается много, но не достаточно. Медицина должна быть доступной, современной, дешевой, тесно связанной с фармацевтическими инновациями. Есть еще много инновационных отраслей: машиностроение, дорожное строительство, но приоритеты очевидны – это увеличение срока и качества жизни россиян. Об этом неоднократно заявлял в своих выступлениях Президент Владимир Путин. Сейчас у нас в стране мужчины живут на 12 лет меньше, чем могли бы жить, а женщины – на 7 лет. И поэтому целью инновационного развития должно быть радикальное увеличение качества жизни россиян, а главный критерий эффективности инноваций – рост продолжительности жизни.

Список литературы

1. Азгальдов Г.Г., Костин А.В. Интеллектуальная собственность, инновации и квалиметрия // Экономические стратегии. – 2008. – № 2(60). – С. 162–164.
2. Белл Д. Грядущее постиндустриальное общество: Опыт социального прогнозирования. – М.: Academia, 1999. – 956 с.
3. Broadberry S., Campbell B., Klein A., Overton, Bas van Leeuwen. British economic growth. 1270–1870 [Электронный ресурс]. – Режим доступа. – URL: – <http://www2.warwick.ac.uk/fac/soc/economics/staff/academic/broadberry/wp/britishgdplongrun8a.pdf> (дата обращения: 15.08.2012).
4. Крапивенский С.Э. Социальная философия: учебник для вузов. – М.: ВЛАДОС, 2003.
5. Нейсбит Дж. Мегатренды. – М.: АСТ, 2003. – 380 с.
6. Тоффлер Э., Тоффлер Х. Революционное богатство. – М.: АСТ, 2007. – 576 с.
7. Фукуяма Ф. Великий разрыв. – М.: АСТ, 2004. – 346 с.

References

1. Azgaldov G.G., Kostin A.V. Intellectual property, innovation and qualimetry // Economic strategies, 2008. no. 2 (60). pp. 162–164.
2. Bell D. The coming post-industrial society: the experience of the social forecasting. Moscow: Academia, 1999. 956 p.
3. Broadberry S., Campbell B., Klein A., Overton, Bas van Leeuwen. British economic growth. 1270–1870 [Electronic resource]. Access mode. URL: <http://www2.warwick.ac.uk/fac/soc/economics/staff/academic/broadberry/wp/britishgdplongrun8a.pdf> (request data: 15.08.2012).
4. Krapivensky S.E. Social philosophy: a textbook for high schools. M. VLADOS, 2003.
5. Naisbitt J. Megatrends. Moscow: AST, 2003. 380 p.
6. Toffler E., Toffler H. Revolutionary wealth. Moscow: AST, 2007. 576 p.
7. Fukuyama F. The Great Disruption. M.: ACT, 2004. 346 p.

Рецензенты:

Куликов Н.И., д.э.н., профессор, заведующий кафедрой «Экономика», ФГБОУ ВПО «ТГТУ», г. Тамбов;

Быковский В.В., д.э.н., профессор, заведующий кафедрой «Менеджмент», ФГБОУ ВПО «ТГТУ», г. Тамбов.

Работа поступила в редакцию 28.08.2012.

УДК 331.5 + 519.2

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО КОЭФФИЦИЕНТА НАПРЯЖЕННОСТИ НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ ТРУДА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТРЕБНОСТИ В ИНОСТРАННЫХ РАБОТНИКАХ

Сигова С.В., Питухин Е.А., Парикова Н.В.

ФГБОУ ВПО «Петрозаводский государственный университет», Петрозаводск,
e-mail: sigova@onego.ru, eugene@psu.karelia.ru, ptasha@psu.karelia.ru

Для выбора одного из возможных вариантов прогнозной численности иностранных работников («оптимистический», «средний», «пессимистический» и «угрожающий»), необходимой России в будущем, предлагается оценить влияние зарубежной трудовой миграции на напряженность на российском рынке труда. Для этого авторами вводится новый показатель – модифицированный коэффициент напряженности на рынке труда, который помимо безработных граждан учитывает иностранных работников в покрытии вакантных рабочих мест. При построении прогнозов напряженности на российском рынке труда с учетом зарубежных трудовых мигрантов применяется закон Оукена и кривая Бевериджа. С целью предотвращения роста социальной напряженности исходя из ретроспективных данных задается критическое значение, которое модифицированный коэффициент напряженности не должен превышать на прогнозном периоде. В результате делается вывод, что благоприятным для российской экономики является «оптимистический» сценарий, а предельным – «средний» сценарий развития.

Ключевые слова: иностранные работники, зарубежная трудовая миграция, модифицированный коэффициент напряженности на рынке труда, кривая Бевериджа, закон Оукена

PROJECTION OF MODIFIED TENSION FACTOR ON RUSSIAN LABOUR MARKET FOR AFFECTING DEMAND IN FOREIGN WORKERS

Sigova S.V., Pitukhin E.A., Parikova N.V.

Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, e-mail: sigova@onego.ru,
eugene@psu.karelia.ru, ptasha@psu.karelia.ru

Numbers of foreign workers necessary for Russian economy development are defined by different scenarios of labour productivity: «optimist», «middle», «pessimist» and «aggravating». Meanwhile, foreign workers huge increase contributes to labour market tension factor aggravation in Russia. In order to evaluate foreign labour migration it is supposed to apply for a new indicator – modified tension factor on labour market. Suggested indicator is applied for both groups who are seeking for jobs – unemployed and foreign workers. Group of unemployed embraces only Russian citizens, excluding foreign migrants. Projection of tension factor on Russian labour market is possible due to application of both Beveridge curve and Okun's Law. In order to stop social tension based on retrospective data, let the critical point be set, which should not exceed modified tension factor for a projection period. Authors concluded that «optimist» scenario is the most favourable one with modal labour productivity amounting to 7,3%, «middle» scenario will be marginal with the indicator amounting to 6,4%.

Keywords: foreign workers, foreign labour migration, Beveridge curve, modified tension factor on labour market, Okun's Law

Прогнозирование необходимой численности привлечения иностранных работников должно осуществляться с учетом их влияния на социальную сферу российского общества. Влияние иностранных работников проявляется не только в восполнении потребности в рабочей силе, но и в увеличении конкуренции за свободные рабочие места, обострении социальной напряженности в обществе, а также криминогенной ситуации.

В предыдущей статье («Количественная оценка прогнозной численности иностранных работников, необходимой для реализации запланированного развития экономики России») авторами рассматривались четыре возможных варианта привлечения необходимой численности иностранных работников в Россию для удовлетворения потребности в рабочей силе в соответствии с различными сценариями развития модельной производительности труда: «оптимистическим», «средним», «пессимистиче-

ским» и «угрожающим». В результате был сделан вывод, что наиболее приемлемой для обеспечения развития экономики России запланированными темпами будет численность зарубежных трудовых мигрантов, соответствующая «оптимистическому» или «среднему» сценариям развития.

Настоящая статья посвящена научному обоснованию неприемлемости для России привлечения численности иностранных работников в количестве, соответствующем «пессимистическому» и «угрожающему» сценариям. Для этого для каждого из вышеприведенных сценариев рассчитывается прогнозный показатель напряженности на рынке труда.

Модификация традиционного варианта расчета коэффициента напряженности на рынке труда

Зарубежные мигранты, прибывающие в Российскую Федерацию с целью трудоустройства, оказывают влияние на заполне-

ние вакантных рабочих мест и, следовательно, увеличивают напряженность на рынке труда. Традиционно под коэффициентом напряженности (k_t^{St}) понимается отношение числа официально зарегистрированных безработных (U_t) к величине потребности в работниках, заявленной работодателями (J_t). При включении в расчет численности зарубежных трудовых мигрантов (Lm_t) модифицированный коэффициент напряженности [2] (k_t^{St*}) приобретает вид:

$$k_t^{St*} = \frac{U_t + Lm_t}{J_t}. \quad (1)$$

На протяжении 1998–2010 гг. значение коэффициента напряженности с учетом зарубежных трудовых мигрантов увеличилось по сравнению с традиционным от 1,1 до 2,6 раза. Предложенный авторами модифицированный коэффициент напряженности с учетом мигрантов k_t^{St*} на прогнозируемом периоде в соответствии с различными сценариями реализации динамики модельной производительности труда F_t , а соответственно и различными вариантами численности привлечения иностранных работников, будет варьироваться.

Определим соответствующие значения модифицированного коэффициента напряженности k_t^{St*} на рынке труда на прогнозном периоде $t \in [t_0, t_j]$ на основе формулы (1).

Необходимо построить недостающие прогнозы остальных доминирующих факторов, влияющих на k_t^{St*} : численности зарегистрированных безработных (U_t) и величины потребности в работниках, то есть величины свободных рабочих мест (J_t).

Прогнозирование численности зарегистрированных безработных и числа свободных рабочих мест

Оценим численность официально зарегистрированных безработных (U_t) в зависимости от значений ВВП (X_t). В соответствии с законом Оукена [5] (2), если фактический уровень безработицы (u_t) превышает естественный уровень безработицы (u^*), то страна недополучает часть валового внутреннего продукта (X_t):

$$\frac{X_t - X^*}{X^*} = b \cdot (u_t - u^*). \quad (2)$$

Согласно закону Оукена превышение фактического уровня безработицы на 1% над ее естественным уровнем приводит к уменьшению фактического валового внутреннего продукта (X_t) по сравнению с потенциально возможным ВВП (X^*) при

полной занятости в среднем на $b = 3\%$ [4], где b – параметр Оукена. Однако данное соотношение верно для американской экономики, а в других странах может быть иным.

Официальная статистика не предоставляет данных об объемах потенциально возможного ВВП (X^*) при полной занятости и естественном уровне безработицы (u^*), а их оценка является отдельной сложной задачей. Для преодоления этого препятствия заменим левую часть равенства (2) на темп прироста ВВП (δX_t) с тем, чтобы его можно было использовать для эконометрической оценки на основе линейной регрессии вида:

$$u_t = \beta_1 \cdot \delta X + \beta_0. \quad (3)$$

На этом основании построим регрессионную зависимость уровня зарегистрированной безработицы u_t от темпа прироста ВВП (δX_t) на ретроспективном периоде $t \in [t_s, t_0]$. Данные за 2003–2007 г. исключены из анализа в силу отклонения от общей тенденции. Таким образом, зависимость уровня зарегистрированной безработицы u_t от темпа прироста ВВП δX_t описывается уравнением:

$$u_t = -0,0815 \cdot \delta X_t + 2,2885. \quad (4)$$

Для осуществления прогнозирования оценки потребности организаций в работниках (J_t), $t \in [t_0, t_j]$ воспользуемся кривой Бевериджа [6, 7], но не для уровня общей безработицы, а для уровня зарегистрированной безработицы.

На рис. 1 представлена кривая Бевериджа, которая отражает отношение между уровнем зарегистрированной безработицы и долей свободных рабочих мест в период с января 2007 г. по декабрь 2010 г. С целью построения наиболее точной тенденции изменения доли свободных рабочих мест и уровня зарегистрированной безработицы использовались ежемесячные данные, отражающие сезонные колебания указанных показателей.

Для аппроксимации ретроспективных данных предлагается зависимость доли свободных рабочих мест (j_t) от уровня зарегистрированной безработицы (u_t) в виде обратной функции:

$$j_t = \frac{\gamma_1}{u_t - \gamma_2} + \gamma_3, \quad (5)$$

где γ_1 – коэффициент пропорциональности, γ_2 и γ_3 – вертикальная и горизонтальная оси гиперболы соответственно.

При оценке методом наименьших квадратов были получены следующие значения параметров: $\gamma_1 = 0,432$; $\gamma_2 = 1,189$; $\gamma_3 = 1,185$.

Положение кривой Бевериджа, построенной на основе еженедельных данных

с указанными значениями параметров рас- ходится с положением аналогичной кривой, построенной по ежегодным данным на ре- троспективном периоде $t \in [t_s, t_0)$, так как данные на конец года не учитывают сезон- ную компоненту. Окончательная настройка параметров модели (5) осуществляется под-

бором оптимального значения асимптоты γ_3 (рис. 1). В итоге уравнение кривой Беверид- жа приобретает вид:

$$j_t = \frac{0,432}{u_t - 1,189} + 0,885. \quad (6)$$

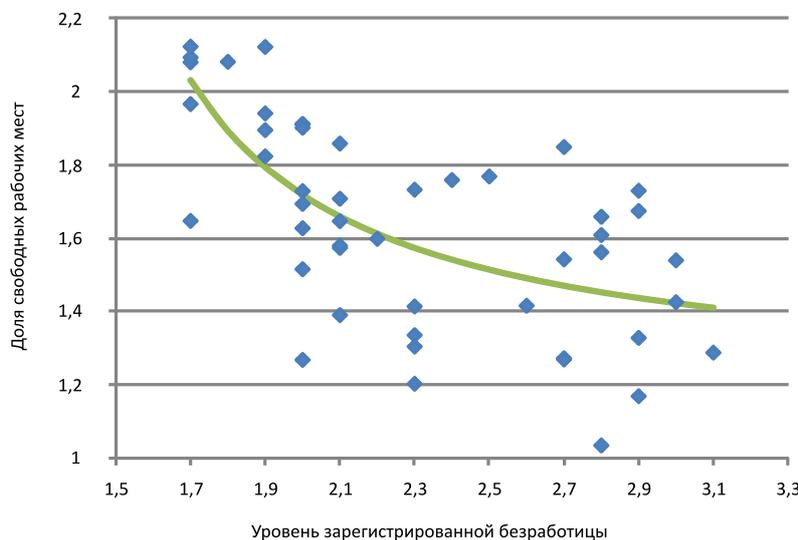


Рис. 1. Кривая Бевериджа, январь 2007 г. – декабрь 2010 г.

Зная параметры модели изменения уровня зарегистрированной безработицы и доли свободных рабочих мест, можно получить их значения на прогнозном периоде $t \in [t_0, t_f]$. Наличие прогноза данных показателей позволяет рассчитать прогнозное значение модифицированного коэффициента напряженности на рынке труда.

Чтобы перейти к расчету модифицированного коэффициента напряженности на рынке труда с учетом иностранных работников, необходимо из относительных значений безработицы и свободных рабочих мест перейти к абсолютным значениям данных категорий.

Уровень зарегистрированной безработицы в процентах (u_t) есть отношение численности официально зарегистрированных безработных (U_t) к численности экономически активного населения (E_t). Отсюда численность официально зарегистрированных безработных (U_t):

$$U_t = u_t \cdot E_t. \quad (7)$$

Доля свободных рабочих мест в процентах (j_t) вычисляется по формуле:

$$j_t = \frac{J_t}{W_t + J_t}, \quad (8)$$

где J_t – число свободных рабочих мест (потребность в работниках), а W_t – численность занятых.

Следовательно, из (8) число свободных рабочих мест (J_t) есть:

$$J_t = \frac{j_t \cdot W_t}{1 - j_t}. \quad (9)$$

Так как численность экономически активного населения представляет собой сумму занятых и безработных, то выразим численность занятых как долю от экономически активного населения. Анализ ретроспективных данных показал, что занятые (W_t) в экономически активном населении (E_t) составляют 90,2%, то есть:

$$W_t = 0,902 \cdot E_t. \quad (10)$$

Таким образом, для получения прогнозных значений численности официально зарегистрированных безработных и числа свободных рабочих мест требуется определить тенденцию изменения численности экономически активного населения России (E_t) на прогнозном периоде $t \in [t_0, t_f]$. Для этого воспользуемся уравнением линейной регрессии, параметры которого были получены на основе ретроспективных данных:

$$E_t = 185296 - 0,7775 \cdot P_t, \quad (11)$$

где P_t – численность всего населения, перспективные значения которой известны из официального прогноза Росстата [3].

Прогнозирование модифицированного коэффициента напряженности на рынке труда

Таким образом, из (1) с учетом (7)–(11) получаем выражение для оценки значения модифицированного коэффициента напряженности на рынке труда (\hat{k}_t^{St*}):

$$\hat{k}_t^{St*} = [u_t \cdot (185296 - 0,7775 \cdot P_t) + Lm_t] \cdot \frac{1 - j_t}{j_t \cdot W_t} \quad (12)$$

На рис. 2 и рис. 3 представлены графики, отражающие значения коэффициентов напряженности и модифицированных коэффициентов напряженности на основе фактических и расчетных данных на ретроспективном периоде.

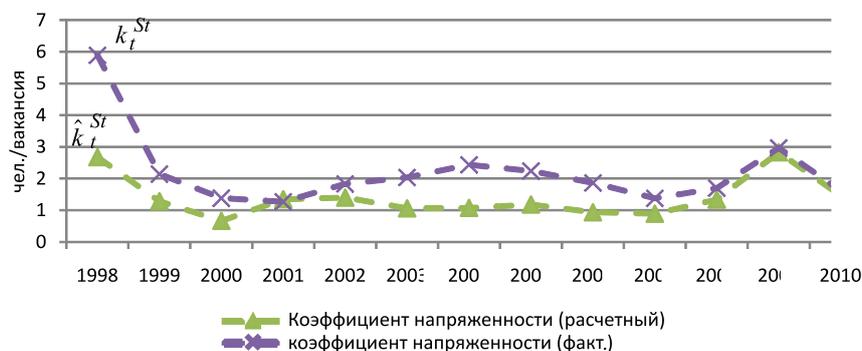


Рис. 2. Фактические и модельные значения коэффициента напряженности на рынке труда, 1998–2010 гг.

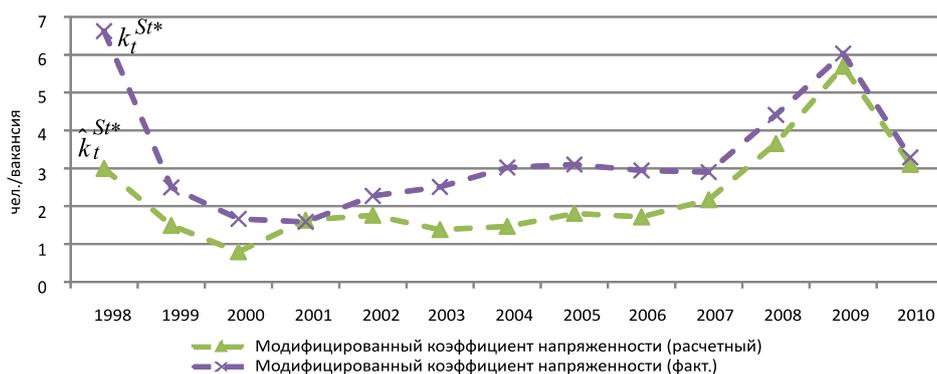


Рис. 3. Фактические и модельные значения модифицированного коэффициента напряженности на рынке труда, 1998–2010 гг.

Как видно из представленных на рис. 2 и 3 графиков, расчетные значения не превышают фактические значения в обоих вариантах расчета коэффициента напряженности на ретроспективном периоде:

$$\hat{k}_t^{St*} \leq k_t^{St*} \quad | t \in [t_s, t_0), \quad (13)$$

Таким образом, при прогнозировании значений модифицированного коэффициента напряженности следует учитывать тот факт, что его расчетное значение, полученное на основе зависимости (12), является оценкой снизу, некоторым минимальным значением, которое может принимать данный показатель, а зачастую и превышать его.

Рассмотрим, как будет изменяться на прогнозном периоде значение модифицированного коэффициента напряженности с учетом иностранных работников при раз-

личных объемах привлечения зарубежных трудовых мигрантов в соответствии с предполагаемыми сценариями динамики модельной производительности труда (рис. 4).

Как видно из представленных графиков, в зависимости от выбранного сценария развития модельной производительности труда и исходя из этого численности привлекаемых зарубежных трудовых мигрантов, значения модифицированного коэффициента напряженности на рынке труда будут значительно изменяться на прогнозном периоде до 2020 г. В отличие от него значение традиционного коэффициента напряженности (k_t^{St}) на прогнозном периоде практически не изменяется, но при этом и не отражает реальную ситуацию на рынке труда, поскольку не учитывает влияние иностранных работников.

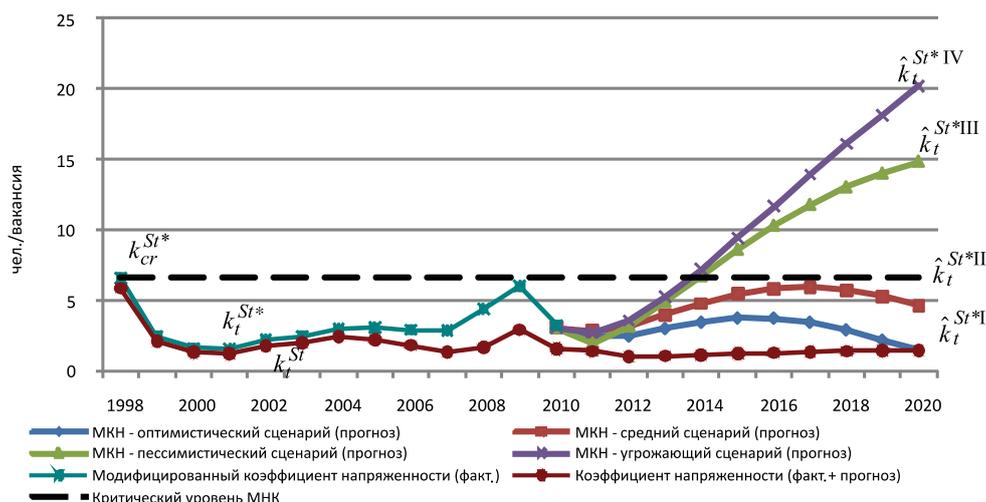


Рис. 4. Динамика модифицированного коэффициента напряженности (МКН) на прогнозном периоде при разных объемах привлечения зарубежных трудовых мигрантов

Для предотвращения последствий социальной напряженности следует удерживать значение k_t^{St*} в допустимых пределах. Для определения таких пределов зададим критическое значение (k_{cr}^{St*}), которое модифицированный коэффициент напряженности не должен превышать на прогнозном периоде:

$$0 < \hat{k}_t^{St*} \leq k_{cr}^{St*} \mid t \in [t_0, t_f]. \quad (14)$$

Рассмотрим два возможных критических уровня модифицированного коэффициента напряженности исходя из его ретроспективных значений. Существует критерий превышения 50% зоны выше среднего значения из выборки [1]. Этот критерий обозначим k_{cr1}^{St*} :

$$k_{cr1}^{St*} = \frac{1,5}{t_0 - t_s} \cdot \sum_{t \in [t_s, t_0]} k_t^{St*}. \quad (15)$$

По данным ретроспективного периода $k_{cr1}^{St*} = 4,95$.

Вторым критическим значением (k_{cr2}^{St*}) примем максимальное значение модифицированного коэффициента напряженности на ретроспективном периоде:

$$k_{cr2}^{St*} = \max \{ k_t^{St*} \mid t \in [t_s, t_0] \}. \quad (16)$$

На ретроспективном периоде $k_{cr2}^{St*} = 6,63$, что соответствует значению модифицированного коэффициента напряженности в 1998 г.

Итоговым критическим уровнем выбираем максимальное значение из полученных выше значений:

$$k_{cr}^{St*} = \max \{ k_{cr1}^{St*}, k_{cr2}^{St*} \}. \quad (17)$$

Таким образом, принимаем в качестве критического значения модифицированного коэффициента напряженности $k_{cr}^{St*} = 6,63$.

Из рассматриваемых 4-х вариантов возможных значений модифицированного коэффициента напряженности \hat{k}_t^{St*} на прогнозном периоде $t \in [t_0, t_f]$ (рис. 4) удовлетворяют условию (14) два сценария: \hat{k}_t^{St*1} , \hat{k}_t^{St*2} . Однако «оптимистический» сценарий развития \hat{k}_t^{St*1} маловероятен, так как тенденция экспоненциального роста модельной производительности труда с параметрами докризисного периода (темп прироста 7,31%) в ближайшем будущем вряд ли осуществима в связи с восстановлением после кризиса.

Рассмотрим «средний» сценарий \hat{k}_t^{St*2} . В случае его осуществления видно, что к 2017 г. модифицированный коэффициент напряженности достигнет значения 5,95, что составит 90% от критического уровня $k_{cr}^{St*} = 6,63$. Распространяя на перспективу $t \in [t_0, t_f]$ действие условия (13), следует учитывать, что реальное значение модифицированного коэффициента напряженности k_t^{St*2} будет больше расчетного \hat{k}_t^{St*2} :

$$k_t^{St*2} > \hat{k}_t^{St*2}, \quad t \in [t_0, t_f]. \quad (18)$$

Заключение

С учетом возможных погрешностей предлагаемых моделей расчета и исходных статистических данных «средний» сценарий развития модельной производитель-

ности труда, при котором их ежегодный темп прироста составляет не менее 6,43 %, следует признать предельным. В случае его реализации приток иностранных мигрантов в требуемом количестве не приведет к ухудшению социальной напряженности выше допустимых границ.

В случае если темп прироста модельной производительности труда будет менее 6,43 % в год, то это, с одной стороны, может повлечь за собой существенное изменение в миграционной политике и рост числа иностранных работников, чтобы дополнительными трудовыми ресурсами компенсировать недостающие темпы производительности труда. Это повысит напряженность на рынке труда и отрицательно скажется на социальной обстановке.

С другой стороны, в случае, если количество мигрантов не будет превышать критического для рынка труда уровня, и социальная обстановка окажется стабильной, то в случае снижения темпов роста модельной производительности труда страна не будет реализовывать запланированный рост производства ВВП.

Такое развитие событий приведет к эффекту бумеранга. Снижение темпов роста физического объема ВВП в виде обратной связи повлияет на увеличение фактического уровня безработицы u_t согласно (4), что повлечет за собой еще большее увеличение численности официально зарегистрированных безработных U_t согласно (7) и одновременно вызовет уменьшение доли j_t (5) и числа свободных рабочих мест J_t (9). Все это, как следствие (1), вызовет совокупный рост модифицированного коэффициента напряженности на рынке труда k_t^{Str*} .

На основании проведенного анализа можно сделать вывод, что поддержание темпов роста модельной производительности труда на уровне не ниже «среднего» сценария развития (6,43 %) даст возможность реализовывать рациональную миграционную политику с максимальной численностью Lm_t^{II} , не превышающей в 2016 г. 5 млн человек.

Важно отметить, что рассмотренные условия «среднего» сценария являются не номинальными, а предельными, критическими режимами работы российской экономики. Снижение относительно «среднего» сценария ежегодного темпа роста модельной производительности труда $F_t < F_t^{II}$ или увеличение ежегодного числа иностранных работников $Lm_t > Lm_t^{II}$ в экономике России приведет к социально-экономическому кризису.

Благоприятным режимом работы экономики, с некоторым запасом устойчивости, можно назвать «оптимистический» сценарий с ежегодным темпом роста модельной производительности труда около 7,31 %, что позволит для реализации запланированного объема ВВП пригласить в страну к 2015 г. не более 3 млн иностранных работников.

Работа выполняется при финансовой поддержке Программы стратегического развития ПетрГУ в рамках реализации комплекса мероприятий по развитию научно-исследовательской деятельности.

Список литературы

1. Статистика / И.И. Елисеева, И.И. Егорова и др. / под ред. проф. И.И. Елисеевой. – М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2004. – 448 с.
2. Парикова Н.В., Сигова С.В. Влияние зарубежной трудовой миграции // Служба занятости. – 2012. – № 1. – С. 64–69.
3. Предположительная численность населения Российской Федерации до 2030 года: статистический бюллетень [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat/rosstatsite/main/publishing/catalog/statisticJournals/doc_1140095525812 (дата обращения: 03.07.2012).
4. Рынок труда: учебник / под ред. проф. В.С. Буланова и проф. Н.А. Волгина. – М.: Издательство «Экзамен», 2007. – 479 с.
5. Сакс Дж., Ларрен Ф. Макроэкономика. Глобальный подход: пер. с англ. – М.: Дело, 1996. – 848 с.
6. Тарасевич Л.С., Гребенников П.И., Леусский А.И. Макроэкономика: учебник. – М.: Высшее образование, 2006. – 654 с.
7. Markets with search frictions [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://kva.se/Documents/Priser/Ekonomi/2010/sciback_ek_10.pdf (дата обращения: 04.07.2012).

References

1. Eliseeva I.I., Egorova I.I. i dr. *Statistika, pod red. prof. I.I. Eliseevoy* [Statistics]. Moscow, TK Velbi, Izd-vo Prospekt, 2004. 448 p.
2. Parikova N.V., Sigova S.V. *Sluzhba zanjatosti*, 2012, no.1, pp. 64–69.
3. *Predpolozhitel'naja chislennost' naselenija Rossijskoj Federacii do 2030 goda: statisticheskij bjulleten'* (Estimated figures of population of the Russian Federation till 2030: statistic bulletin), Available at: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat/rosstatsite/main/publishing/catalog/statisticJournals/doc_1140095525812 (accessed: 03 July 2012).
4. *Rynok truda: uchebnik, pod red. prof. V.S. Bulanova i prof. N.A. Volgina* [Labour market: textbook]. Moscow, Izdatel'stvo «Jekzamen», 2007. 479 p.
5. Saks Dzh., Larren F. *Makroekonomika. Global'nyj podhod: Per. s angl.* [Macroeconomics: global approach]. Moscow, Delo, 1996. 848 p.
6. Tarasевич L.S., Grebennikov P.I., Leusskij A.I. *Makroekonomika: uchebnik* [Macroeconomics: textbook]. Moscow, Vysshee obrazovanie, 2006. 654 p.
7. Markets with search frictions [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://kva.se/Documents/Priser/Ekonomi/2010/sciback_ek_10.pdf (дата обращения: 04.07.2012).

Рецензенты:

Васильева З.А., д.э.н., профессор, директор Института управления бизнес-процессов и экономики ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск;

Шишкин А.И., д.т.н., профессор, директор Института экономики Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск.

Работа поступила в редакцию 14.08.2012.

УДК 338.26

НЕКОТОРЫЕ МЕТОДЫ-РЕГУЛЯТОРЫ ИНДИКАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ МЕДИЦИНСКИМИ УЧРЕЖДЕНИЯМИ

Тхориков Б.А.

*ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»,
Белгород, e-mail: tkhorikov@bsu.edu.ru*

Статья является продолжением цикла об индикативном управлении медицинскими учреждениями. В работе описано применение некоторых методов-регуляторов для целей индикативного управления медицинскими учреждениями – контроллинг и проектное управление. За последние десять лет в России данные методы стали одними из самых обсуждаемых тем в сфере управленческих технологий, однако, несмотря на то, что грамотное управление проектами и оперативный контроль позволяют сократить на 15–20% производственные потери и на 1–30% время достижения поставленных задач, в сфере здравоохранения исследуемые методы используются фрагментарно. На основании анализа регионального законодательства и научной литературы разработан алгоритм применения контроллинга в управлении экономической деятельностью учреждения здравоохранения и составлена функциональная структура типового проекта, реализуемого в отрасли здравоохранения.

Ключевые слова: контроллинг, проектное управление, медицинское учреждение, индикативное управление, сфера здравоохранения

SOME CONTROLLING METHODS OF THE INDICATIVE MANAGEMENT FOR MEDICAL FACILITIES

Tkhorikov B.A.

National Research University of Belgorod State University, Belgorod, e-mail: tkhorikov@bsu.edu.ru

This article continues a number of articles about indicative management for the medical institutions. In this paper some controlling methods (such as controlling and project management) for purposes of the indicative management for medical facilities are described. Over the past ten years in Russia these methods became one of the most debated topics in the management techniques sphere, however, despite this fact that correct use of project management and operational control can reduce unproductive losses for 15–20% and for 1–30% time for solving tasks, in medical care sphere developed methods are fragmentarily used. Based on the analysis of regional law and scientific literature a usage of controlling algorithm developed for economic activity management in medical facilities and functional structure of a typical project, implemented in the health care sphere composed.

Keywords: controlling, project management, medical facility, indicative management, health care sphere

Индикативное управление предполагает сочетание интересов субъектов различных уровней иерархии одной системы и сопряженных с ней отраслей [5]. Поэтому наиболее адекватными методами менеджмента из числа социально-экономических будут выступать такие, которые позволяют в процессе управленческого воздействия комбинировать интересы и цели внешнего и внутреннего окружения управляемой системы.

Выдвинутая гипотеза значительно упрощает выбор корректных управленческих инструментов. По нашему мнению, из числа социологических методик управления наиболее подходящими являются методы, основанные на социальном партнерстве, в том числе управление имиджем, а из экономических – метод нормативов, проектного управления и различные методы контроллинга. Синтез выбранных методов позволяет реализовать в цикле управления возможности координации целей множества функционально соподчиненных субъектов и сопоставления результатов эффективности деятельности различных по масштабу и иерархическому положению подсистем одной отрасли народного хозяйства.

В настоящей работе, продолжающей цикл работ об индикативном управлении в системе здравоохранения, мы остановимся на проектном управлении и контроллинге как ранее не используемых в индикативном управлении методах менеджмента.

Контроллинг интегрирует учет, контроль, планирование и анализ в единую самоуправляемую систему, в которой четко определяются цели предприятия, принципы управления и способы их реализации [1, 2]. В рамках системы контроллинга информация аккумулируется и анализируется не по предприятию в целом, а по центрам ответственности. Центр ответственности – это условный сегмент внутри предприятия [3].

В системе здравоохранения применение методов контроллинга рассматривается фрагментарно. По этой причине изучив опыт практического использования контроллинга мы, руководствуясь особенностями учреждений здравоохранения как объекта индикативного управления [4], сделали вывод о том, что методы контроллинга применимы только для экономической деятельности медицинских учреждений (МУ), в прочих сферах – социальной и медицин-

ской – контроль по нормативам или отклонениям является некорректным из-за отсутствия возможности установить единые требования к конечному результату работы с пациентами. Кроме того, эмпирический анализ научной литературы позволил нам сформировать общий алгоритм, описывающий применение контроллинга в системе

индикативного управления МУ. Контроллинг целесообразно осуществлять по трем направлениям в экономической деятельности МУ в зависимости от источников доходов/расходов:

- 1) бюджеты всех уровней;
- 2) внебюджетные фонды;
- 3) коммерческая деятельность (рис. 1).

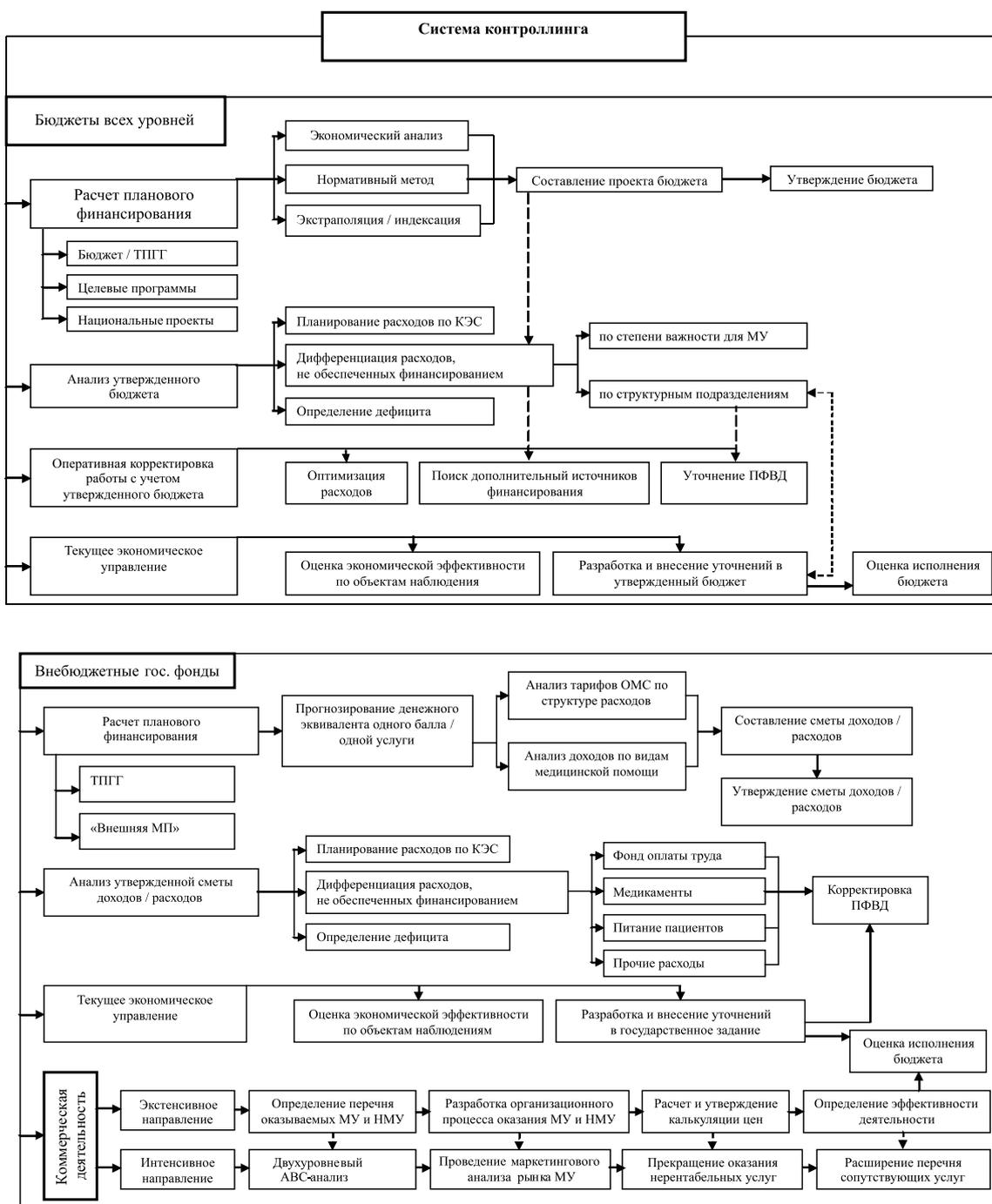


Рис. 1. Система контроллинга в индикативном управлении

Администратор доходов при управлении бюджетной и внебюджетной деятельностью проводит предварительное про-

гнозирование поступлений в соответствии с планируемым размером бюджета по отрасли здравоохранения. В последующем

полученное значение денежных поступлений распределяется по статьям КЭС и соотносится с выбранными центрами ответственности. При наступлении отклонений фактических значений расходов от запланированных величин проводится корректировка бюджетов и соответственно изменяются количественные показатели итоговой деятельности МУ.

К ограниченному числу эффективных методов-регуляторов в индикативном управлении относится проектное управление (project management). Управление проектами – особый вид управленческой деятельности, базирующийся на предварительной коллегиальной разработке комплексно-системной модели действий по достижению оригинальной цели и направленный на реализацию этой модели.

В отечественной практике управление проектами используется фрагментарно, но project management имеет достаточный ресурсный потенциал для начала централизованного применения в обозримой перспективе, так как с его помощью можно достичь:

- 1) единообразия и повышения уровня общей культуры управления;
- 2) преемственности управленческого процесса от целеполагания до оценки результатов между приоритетными нацио-

нальными проектами, федеральными целевыми программами и микроэкономическим уровнем отдельного лечебно-профилактического учреждения;

3) координации работы различных служб и ведомств, осуществляющих решение общих задач, сокращения инертности управления и налаживания коммуникационных каналов оперативного реагирования на изменения в состоянии объекта управления;

4) предварительного моделирования развития ситуации, прогнозирования ресурсных затрат и создания системы управления рисками;

5) определения полномочий, границ и степени персональной ответственности должностных лиц, сокращения косвенных издержек управления;

6) упреждения коррупционности при осуществлении управленческой деятельности;

7) внедрения действенного механизма материального стимулирования, основанного на принципе «результат-поощрение».

С помощью проектного управления возможно решение практических задач, находящихся вне области прямого государственного регулирования ввиду их невысокой значимости для системы регионального здравоохранения в целом, но имеющих первоочередное значение для отдельных МУ (рис. 2).

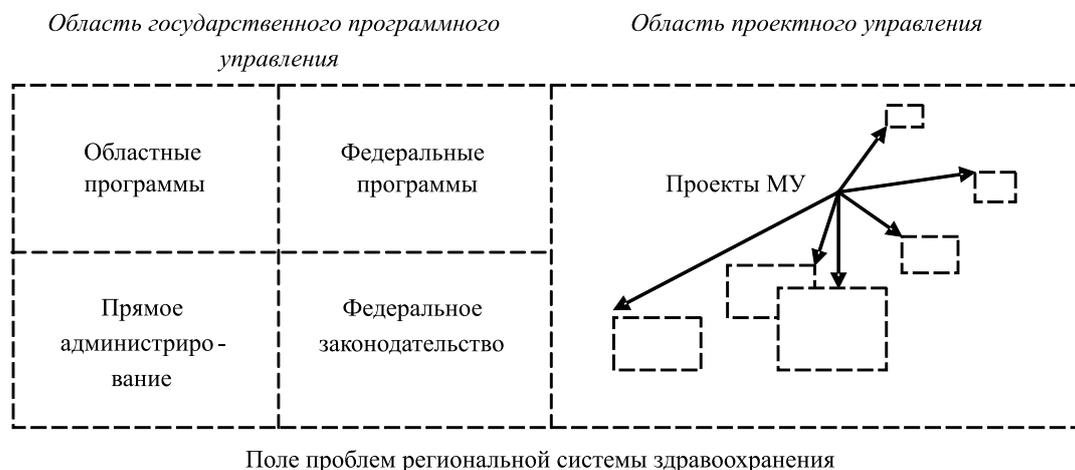


Рис. 2. Область приложения проектного управления в системе здравоохранения

Федеральным законодательством не предусмотрено методическое обеспечение проектного управления, по этой причине каждый субъект РФ самостоятельно формирует нормативную базу применения изучаемого метода. Так, например, в Белгородской области принято постановление Правительства Белгородской области от 31.05.2010 г. № 202-пп «Об утверждении Положения об управлении проектами в органах исполнительной власти и государственных органах

Белгородской области» и распоряжение заместителя губернатора Белгородской области – начальника департамента кадровой политики области от 27.12.2011 г. № 136 «Об утверждении форм документов по управлению проектами». Для обеспечения единого вектора развития региона РФ реализация проектов осуществляется в рамках Стратегии социально-экономического развития Белгородской области на период до 2025 года, утвержденной постановлением

Правительства Белгородской области от 25.01.2010 г. № 27-пп.

Нами составлена общая функциональная структура проекта для отрасли здравоохранения (рис. 3).

Паспорт проекта и план управления проектом – документы, описывающие плановые величины длительности, стоимости, объема работ, их качества.

Группа управления проектом – информация о заказчике, исполнителе, координирующем органе и их представителях в проекте.

Цель и результат проекта – информация о цели, способе ее достижения, результатах и пользователях проекта.

Ограничения проекта и допущения – перечень имущественных и неимущественных ограничений и допущений проекта.



Рис. 3. Структура проекта в системе здравоохранения

Критерии успешности проекта – указывает как будет оцениваться успешность проекта.

Календарный план-график работ по проекту – перечень основных этапов работ, которые планируется выполнить в рамках проекта.

Бюджет проекта – включает план затрат, необходимых для реализации проекта, в стоимостном выражении.

Перечень контрольных событий – перечень событий, играющих существенную роль в реализации проекта, планируемые даты их наступления и перечень документов, подтверждающих прохождение контрольного события. Контрольные события – это даты, которые делят проект на его критические части. С помощью данных собы-

тий повышается эффективность контроля хода реализации проекта. Каждый проект ориентирован на достижение определенной цели, и обычно достичь ее нельзя, не достигнув нескольких промежуточных целей.

Риски проекта – информация для планирования возможных рисков проекта, предполагает анализ чувствительности (уязвимости) проекта. Понятием риска характеризуется неопределенность (событие, причина), связанная с возможностью возникновения в ходе реализации проекта неблагоприятных ситуаций и последствий.

Рабочая группа проекта – сведения о рабочей группе, которая будет заниматься реализацией проекта. В рабочую группу входят руководитель проекта, администратор проекта, представители органов власти,

местного самоуправления, сотрудники со стороны заказчика и других хозяйствующих субъектов, которые заняты в работах по проекту.

Матрица ответственности – одна из форм представления взаимосвязи между ролями команды проекта и возложенными на них обязанностями.

Таким образом, рассмотренные методы-регуляторы являются перспективной альтернативой для замены моделей социально-экономического управления медицинскими учреждениями в плоскости нормативно-сметного финансирования.

Список литературы

1. Керимов В.Э., Адумукас, С. И. Управленческий учет и проблемы классификации затрат // Менеджмент в России и за рубежом. – 2002. – № 1. – С. 9–12.
2. Медведко К.А. Система управленческого учета и анализа: западная и российская практика; перспективы трансформации зарубежного опыта // Менеджмент в России и за рубежом. – 2003. – № 6. – С. 106–113.
3. Попов Д.Е. Эволюция показателей стратегического контроллинга. – Екатеринбург, 2002. – 35 с.
4. Тхориков Б.А. Отраслевые предпосылки применения индикативного управления в сфере здравоохранения // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 6 (часть 1). – С. 263–267.
5. Тхориков Б.А. Социально-индикативное управление медицинским учреждением // Современные исследования социальных проблем. – 2012. – № 1.1(09). – С. 97–100.

References

1. Kerimov V. Je., Adumukas, S. I. Upravlenscheskij uchet i problemy klassifikacii zatrat // Menedzhment v Rossii i za rubezhom, 2002, no 1, pp. 9–12.
2. Medvedko K.A. Sistema upravlencheskogo ucheta i analiza: zapadnaja i rossijskaja praktika; perspektivy transformacii zarubeznogo opyta // Menedzhment v Rossii i za rubezhom, 2003, no. 6, pp. 106–113.
3. Popov D.E. Jevoljucija pokazatelej strategicheskogo kontrollinga. – Ekaterinburg, 2002, pp. 35.
4. Tkhorikov B.A. Otrasleyve predposylki primenenija indikativnogo upravlenija v sfere zdravooohranenija // Fundamental'nye issledovanija, 2012, no. 6 (chast' 1), pp. 263–267.
5. Tkhorikov B.A. Social'no-indikativnoe upravlenie medicinskim uchrezhdeniem // Sovremennye issledovanija social'nyh problem, 2012, no. 1.1(09), pp. 97–100.

Рецензенты:

Ломовцева О.А., д.э.н., профессор, заведующая кафедрой менеджмента организаций ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород;

Бабинцев В.П., д.филос.н., профессор, заведующий кафедрой социальных технологий Института государственного и муниципального управления, ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород.

Работа поступила в редакцию 24.08.2012.

(<http://www.rae.ru/fs/>)

В журнале «Фундаментальные исследования» в соответствующих разделах публикуются научные обзоры, статьи проблемного и фундаментального характера по следующим направлениям.

- | | |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| 1. Архитектура | 12. Психологические науки |
| 2. Биологические науки | 13. Сельскохозяйственные науки |
| 3. Ветеринарные науки | 14. Социологические науки |
| 4. Географические науки | 15. Технические науки |
| 5. Геолого-минералогические науки | 16. Фармацевтические науки |
| 6. Искусствоведение | 17. Физико-математические науки |
| 7. Исторические науки | 18. Филологические науки |
| 8. Культурология | 19. Философские науки |
| 9. Медицинские науки | 20. Химические науки |
| 10. Педагогические науки | 21. Экономические науки |
| 11. Политические науки | 22. Юридические науки |

При написании и оформлении статей для печати редакция журнала просит придерживаться следующих правил.

- Заглавие статей должны соответствовать следующим требованиям:
 - заглавия научных статей должны быть информативными (*Web of Science* это требование рассматривает в экспертной системе как одно из основных);
 - в заглавиях статей можно использовать только общепринятые сокращения;
 - в переводе заглавий статей на английский язык не должно быть никаких транслитераций с русского языка, кроме непереводаемых названий собственных имен, приборов и др. объектов, имеющих собственные названия; также не используется непереводаемый сленг, известный только русскоговорящим специалистам.

Это также касается авторских резюме (аннотаций) и ключевых слов.

- Фамилии авторов статей на английском языке представляются в одной из принятых международных систем транслитерации (см. далее раздел «Правила транслитерации»)

Буква	Транслит	Буква	Транслит	Буква	Транслит	Буква	Транслит
А	A	З	Z	П	P	Ч	CH
Б	B	И	I	Р	R	Ш	SH
В	V	Й	Y	С	S	Щ	SCH
Г	G	К	K	Т	T	Ъ, Ъ	опускается
Д	D	Л	L	У	U	Ы	Y
Е	E	М	M	Ф	F	Э	E
Ё	E	Н	N	Х	KH	Ю	YU
Ж	ZH	О	O	Ц	TS	Я	YA

На сайте <http://www.translit.ru/> можно бесплатно воспользоваться программой транслитерации русского текста в латиницу.

- В структуру статьи должны входить: введение (краткое), цель исследования, материал и методы исследования, результаты исследования и их обсуждение, выводы или заключение, список литературы, сведения о рецензентах. Не допускаются обозначения в названиях статей: сообщение 1, 2 и т.д., часть 1, 2 и т.д.

- Таблицы должны содержать только необходимые данные и представлять собой обобщенные и статистически обработанные материалы. Каждая таблица снабжается заголовком и вставляется в текст после абзаца с первой ссылкой на нее.

- Количество графического материала должно быть минимальным (не более 5 рисунков). Каждый рисунок должен иметь подпись (под рисунком), в которой дается объяснение всех его элементов. Для построения графиков и диаграмм следует использовать программу Microsoft Office Excel. Каждый рисунок вставляется в текст как объект Microsoft Office Excel.

- Библиографические ссылки в тексте статьи следует давать в квадратных скобках в соответствии с нумерацией в списке литературы. Список литературы для оригинальной

статьи – не менее 5 и не более 15 источников. Для научного обзора – не более 50 источников. Список литературы составляется в алфавитном порядке – сначала отечественные, затем зарубежные авторы и оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5 2008.

Списки литературы представляются в двух вариантах:

1. В соответствии с ГОСТ Р 7.0.5 2008 (русскоязычный вариант вместе с зарубежными источниками).

2. Вариант на латинице, повторяя список литературы к русскоязычной части, независимо от того, имеются или нет в нем иностранные источники

Новые требования к оформлению списка литературы на английском языке (см. далее раздел «ПРИСТАТЕЙНЫЕ СПИСКИ ЛИТЕРАТУРЫ» – ПРАВИЛ ДЛЯ АВТОРОВ).

7. Объем статьи не должен превышать 8 страниц формата А4 (1 страница – 2000 знаков, шрифт 12 Times New Roman, интервал – 1,5, поля: слева, справа, верх, низ – 2 см), включая таблицы, схемы, рисунки и список литературы. Публикация статьи, превышающей объем в 8 страниц, возможна при условии доплаты.

8. При предъявлении рукописи необходимо сообщать индексы статьи (УДК) по таблицам Универсальной десятичной классификации, имеющимся в библиотеках.

9. К рукописи должен быть приложен краткий реферат (резюме) статьи на русском и английском языках. **Новые требования к резюме (см. далее раздел «АВТОРСКИЕ РЕЗЮМЕ (АННОТАЦИИ) НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ» – ПРАВИЛ ДЛЯ АВТОРОВ).**

Объем реферата должен включать минимум 100-250 слов (по ГОСТ 7.9-95 – 850 знаков, не менее 10 строк). Реферат объемом не менее 10 строк должен кратко излагать предмет статьи и основные содержащиеся в ней результаты. Реферат подготавливается на русском и английском языках.

Используемый шрифт – полужирный, размер шрифта – 10 пт. **Реферат на английском языке должен в начале текста содержать заголовок (название) статьи, инициалы и фамилии авторов также на английском языке.**

10. Обязательное указание места работы всех авторов (новые требования к англоязычному варианту – см. раздел «НАЗВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИЙ» – ПРАВИЛ ДЛЯ АВТОРОВ), их должностей и контактной информации.

11. Наличие ключевых слов для каждой публикации.

12. Указывается шифр основной специальности, по которой выполнена данная работа.

13. Редакция оставляет за собой право на сокращение и редактирование статей.

14. Статья должна быть набрана на компьютере в программе Microsoft Office Word в одном файле.

15. Статьи могут быть представлены в редакцию двумя способами:

- Через «личный портфель» автора.

- По электронной почте edition@rae.ru.

Работы, поступившие через «Личный ПОРТФЕЛЬ» автора, публикуются в первую очередь.

Взаимодействие с редакцией посредством «Личного портфеля» позволяет в режиме on-line представлять статьи в редакцию, добавлять, редактировать и исправлять материалы, оперативно получать запросы из редакции и отвечать на них, отслеживать в режиме реального времени этапы прохождения статьи в редакции. Обо всех произошедших изменениях в «Личном портфеле» автор дополнительно получает автоматическое сообщение по электронной почте.

Работы, поступившие по электронной почте, публикуются в порядке очереди по мере рассмотрения редакцией поступившей корреспонденции и осуществления переписки с автором.

Через «Личный портфель» или по электронной почте в редакцию одновременно направляется полный пакет документов:

- материалы статьи;
- сведения об авторах;
- копии двух рецензий докторов наук (по специальности работы);
- сканированная копия сопроводительного письма (подписанная руководителем учреждения) – содержит информацию о тех документах, которые автор высылает, куда и с какой целью.

Правила оформления сопроводительного письма

Сопроводительное письмо к научной статье оформляется на бланке учреждения, где выполнялась работа, за подписью руководителя учреждения.

Если сопроводительное письмо оформляется не на бланке учреждения и не подписывается руководителем учреждения, оно должно быть **обязательно** подписано всеми авторами научной статьи.

Сопроводительное письмо обязательно (!) должно содержать следующий текст.

Настоящим письмом гарантируем, что опубликование научной статьи в журнале «Фундаментальные исследования» не нарушает ничьих авторских прав. Автор (авторы) передает на неограниченный срок учредителю журнала неисключительные права на использование научной статьи путем размещения полнотекстовых сетевых версий номеров на Интернет-сайте журнала.

Автор (авторы) несет ответственность за неправомерное использование в научной статье объектов интеллектуальной собственности, объектов авторского права в полном объеме в соответствии с действующим законодательством РФ.

Автор (авторы) подтверждает, что направляемая статья нигде ранее не была опубликована, не направлялась и не будет направляться для опубликования в другие научные издания.

Также удостоверяем, что автор (авторы) согласен с правилами подготовки рукописи к изданию, утвержденными редакцией журнала «Фундаментальные исследования», опубликованными и размещенными на официальном сайте журнала.

Сопроводительное письмо сканируется и файл загружается в «Личный портфель» автора (или пересылается по электронной почте – если для отправки статьи не используется «Личный портфель»).

• копия экспертного заключения – содержит информацию о том, что работа автора может быть опубликована в открытой печати и не содержит секретной информации (подпись руководителя учреждения). Для нерезидентов РФ экспертное заключение не требуется;

• копия документа об оплате.

Оригиналы запрашиваются редакцией при необходимости.

Редакция убедительно просит статьи, размещенные через «Личный портфель», не отправлять дополнительно по электронной почте. В этом случае сроки рассмотрения работы удлиняются (требуется время для идентификации и удаления копий).

16. В одном номере журнала может быть напечатана только одна статья автора (первого автора).

17. В конце каждой статьи указываются сведения о рецензентах: ФИО, ученая степень, звание, должность, место работы, город, рабочий телефон.

18. Журнал издается на средства авторов и подписчиков. **Плата с аспирантов (единственный автор) за публикацию статьи не взимается.** Обязательное представление справки об обучении в аспирантуре, заверенной руководителем учреждения. Оригинал справки с печатью учреждения высылается по почте по адресу: 105037, Москва, а/я 47, Академия естествознания. Сканированные копии справок не принимаются.

19. Представляя текст работы для публикации в журнале, автор гарантирует правильность всех сведений о себе, отсутствие плагиата и других форм неправомерного заимствования в рукописи произведения, надлежащее оформление всех заимствований текста, таблиц, схем, иллюстраций. Авторы опубликованных материалов несут ответственность за подбор и точность приведенных фактов, цитат, статистических данных и прочих сведений.

Редакция не несет ответственность за достоверность информации, приводимой авторами. Автор, направляя рукопись в Редакцию, принимает личную ответственность за оригинальность исследования, поручает Редакции обнаружить произведение посредством его опубликования в печати.

Плагиатом считается умышленное присвоение авторства чужого произведения науки, мысли, искусства или изобретения. Плагиат может быть нарушением авторско-правового законодательства и патентного законодательства и в качестве таковых может повлечь за собой юридическую ответственность Автора.

Автор гарантирует наличие у него исключительных прав на использование переданного Редакции материала. В случае нарушения данной гарантии и предъявления в связи с этим претензий к Редакции Автор самостоятельно и за свой счет обязуется урегулировать все претензии. Редакция не несет ответственности перед третьими лицами за нарушение данных Автором гарантий.

Редакция оставляет за собой право направлять статьи на дополнительное рецензирование. В этом случае сроки публикации продлеваются. Материалы дополнительной экспертизы предъявляются автору.

20. Направление материалов в редакцию для публикации означает согласие автора с приведенными выше требованиями.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ

УДК 615.035.4

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕРИОДА ТИТРАЦИИ ДОЗЫ ВАРФАРИНА У ПАЦИЕНТОВ С ФИБРИЛЛЯЦИЕЙ ПРЕДСЕРДИЙ. ВЗАИМОСВЯЗЬ С КЛИНИЧЕСКИМИ ФАКТОРАМИ

¹Шварц Ю.Г., ¹Артанова Е.Л., ¹Салеева Е.В., ¹Соколов И.М.

¹ГОУ ВПО «Саратовский Государственный медицинский университет им. В.И.Разумовского Минздрава России», Саратов, Россия (410012, Саратов, ГСП, ул. Большая Казачья, 112), e-mail: kateha007@bk.ru

Проведен анализ взаимосвязи особенностей индивидуального подбора терапевтической дозы варфарина и клинических характеристик у больных фибрилляцией предсердий. Учитывались следующие характеристики периода подбора дозы: окончательная терапевтическая доза варфарина в мг, длительность подбора дозы в днях и максимальное значение международного нормализованного отношения (МНО), зарегистрированная в процессе титрования. При назначении варфарина больным с фибрилляцией предсердий его терапевтическая доза, длительность ее подбора и колебания при этом МНО зависят от следующих клинических факторов: инсульта в анамнезе, наличие ожирения, поражения щитовидной железы, курения, и сопутствующей терапии, в частности, применение амиодарона. Однако у пациентов с сочетанием ишемической болезни сердца и фибрилляции предсердий не установлено существенной зависимости особенностей подбора дозы варфарина от таких характеристик, как пол, возраст, количество сопутствующих заболеваний, наличие желчнокаменной болезни, сахарного диабета II типа, продолжительность аритмии, стойкость фибрилляции предсердий, функциональный класс сердечной недостаточности и наличие стенокардии напряжения. По данным непараметрического корреляционного анализа изучаемые нами характеристики периода подбора терапевтической дозы варфарина не были значимо связаны между собой.

Ключевые слова: варфарин, фибрилляция предсердий, международное нормализованное отношение (МНО)

CHARACTERISTICS OF THE PERIOD DOSE TITRATION WARFARIN IN PATIENTS WITH ATRIAL FIBRILLATION. RELATIONSHIP WITH CLINICAL FACTORS

¹Shvarts Y.G., ¹Artanova E.L., ¹Saleeva E.V., ¹Sokolov I.M.

¹Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Saratov, Russia (410012, Saratov, street B. Kazachya, 112), e-mail: kateha007@bk.ru

We have done the analysis of the relationship characteristics of the individual selection of therapeutic doses of warfarin and clinical characteristics in patients with atrial fibrillation. Following characteristics of the period of selection of a dose were considered: a definitive therapeutic dose of warfarin in mg, duration of selection of a dose in days and the maximum value of the international normalised relation (INR), registered in the course of titration. Therapeutic dose of warfarin, duration of its selection and fluctuations in thus INR depend on the following clinical factors – a history of stroke, obesity, thyroid lesions, smoking, and concomitant therapy, specifically, the use of amiodarone, in cases of appointment of warfarin in patients with atrial fibrillation. However at patients with combination Ischemic heart trouble and atrial fibrillation it is not established essential dependence of features of selection of a dose of warfarin from such characteristics, as a sex, age, quantity of accompanying diseases, presence of cholelithic illness, a diabetes of II type, duration of an arrhythmia, firmness of fibrillation of auricles, a functional class of warm insufficiency and presence of a stenocardia of pressure. According to the nonparametric correlation analysis characteristics of the period of selection of a therapeutic dose of warfarin haven't been significantly connected among themselves.

Keywords: warfarin, atrial fibrillation, an international normalized ratio (INR)

Введение

Фибрилляция предсердий (ФП) – наиболее встречаемый вид аритмии в практике врача [7]. Инвалидизация и смертность больных с ФП остается высокой, особенно от ишемического инсульта и системные эмболии [4]...

Список литературы

1....

References

1...

Рецензенты: ФИО, ученая степень, ученое звание, должность, место работы, город.

**Единый формат оформления приставных библиографических ссылок в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5 2008 «Библиографическая ссылка»
(Примеры оформления ссылок и приставных списков литературы на русском языке)**

Статьи из журналов и сборников:

Адорно Т.В. К логике социальных наук // Вопр. философии. – 1992. – № 10. – С. 76–86.

Crawford P.J. The reference librarian and the business professor: a strategic alliance that works / P.J. Crawford, T.P. Barrett // Ref. Libr. – 1997. – Vol. 3, № 58. – P. 75–85.

Заголовок записи в ссылке может содержать имена одного, двух или трех авторов документа. Имена авторов, указанные в заголовке, могут не повторяться в сведениях об ответственности.

Crawford P.J., Barrett T.P. The reference librarian and the business professor: a strategic alliance that works // Ref. Libr. – 1997. – Vol. 3, № 58. – P. 75–85.

Если авторов четыре и более, то заголовок не применяют (ГОСТ 7.80-2000).

Корнилов В.И. Турбулентный пограничный слой на теле вращения при периодическом вдуве/отсосе // Теплофизика и аэромеханика. – 2006. – Т. 13, № 3. – С. 369–385.

Кузнецов А.Ю. Консорциум – механизм организации подписки на электронные ресурсы // Российский фонд фундаментальных исследований: десять лет служения российской науке. – М.: Науч. мир, 2003. – С. 340–342.

Монографии:

Тарасова В.И. Политическая история Латинской Америки: монография. – 2-е изд. – М.: Проспект, 2006. – С. 305–412

Допускается предписанный знак точку и тире, разделяющий области библиографического описания, заменять точкой.

Философия культуры и философия науки: проблемы и гипотезы: межвуз. сб. науч. тр. / Саратов. гос. ун-т; [под ред. С. Ф. Мартыновича]. – Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 1999. – 199 с.

Допускается не использовать квадратные скобки для сведений, заимствованных не из предписанного источника информации.

Райзберг Б.А. Современный экономический словарь / Б.А. Райзберг, Л.Ш. Лозовский, Е.Б. Стародубцева. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2006. – 494 с.

Заголовок записи в ссылке может содержать имена одного, двух или трех авторов документа. Имена авторов, указанные в заголовке, не повторяются в сведениях об ответственности. Поэтому:

Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б. Современный экономический словарь. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2006. – 494 с.

Если авторов четыре и более, то заголовок не применяют (ГОСТ 7.80-2000).

Авторефераты

Глухов В.А. Исследование, разработка и построение системы электронной доставки документов в библиотеке: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Новосибирск, 2000. – 18 с.

Диссертации

Фенухин В.И. Этнополитические конфликты в современной России: на примере Северокавказского региона : дис. ... канд. полит. наук. – М., 2002. – С. 54–55.

Аналитические обзоры:

Экономика и политика России и государств ближнего зарубежья : аналит. обзор, апр. 2007 / Рос. акад. наук, Ин-т мировой экономики и междунар. отношений. – М. : ИМЭМО, 2007. – 39 с.

Патенты:

Патент РФ № 2000130511/28, 04.12.2000.

Еськов Д.Н., Бонштедт Б.Э., Корешев С.Н., Лебедева Г.И., Серегин А.Г. Оптико-электронный аппарат // Патент России № 2122745.1998. Бюл. № 33.

Материалы конференций

Археология: история и перспективы: сб. ст. Первой межрегион. конф. – Ярославль, 2003. – 350 с.

Марьинских Д.М. Разработка ландшафтного плана как необходимое условие устойчивого развития города (на примере Тюмени) // Экология ландшафта и планирование землепользования: тезисы докл. Всерос. конф. (Иркутск, 11-12 сент. 2000 г.). – Новосибирск, 2000. – С. 125–128.

Интернет-документы:

Официальные периодические издания : электронный путеводитель / Рос. нац. б-ка, Центр правовой информации. [СПб.], 20052007. URL:

<http://www.nlr.ru/lawcenter/izd/index.html> (дата обращения: 18.01.2007).

Логинова Л. Г. Сущность результата дополнительного образования детей // Образование: исследовано в мире: междунар. науч. пед. интернет-журн. 21.10.03. URL:

<http://www.oim.ru/reader.asp?nomers=366> (дата обращения: 17.04.07).

<http://www.nlr.ru/index.html> (дата обращения: 20.02.2007).

Рынок тренингов Новосибирска: своя игра [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<http://nsk.adme.ru/news/2006/07/03/2121.html> (дата обращения: 17.10.08).

Литчфорд Е.У. С Белой Армией по Сибири [Электронный ресурс] // Восточный фронт Армии генерала А.В. Колчака: сайт. – URL: <http://east-front.narod.ru/memo/latchford.htm> (дата обращения 23.08.2007).

Примеры оформления ссылок и приставных списков литературы на латинице. На библиографические записи на латинице не используются разделительные знаки, применяемые в российском ГОСТе («//» и «—»).

Составляющими в библиографических ссылках являются фамилии всех авторов и названия журналов.

Статьи из журналов:

Zagurenko A.G., Korotovskikh V.A., Kolesnikov A.A., Timonov A.V., Kardymon D.V. *Neftyanoe khozyaistvo – Oil Industry*, 2008, no. 11, pp. 54–57.

Dyachenko, V.D., Krivokolysko, S.G., Nesterov, V.N., and Litvinov, V.P., *Khim. Geterotsikl. Soedin.*, 1996, no. 9, p. 1243.

Статьи из электронных журналов описываются аналогично печатным изданиям с дополнением данных об адресе доступа.

Пример описания статьи из электронного журнала:

Swaminathan V., Lepkoswka-White E., Rao B.P., *Journal of Computer-Mediated Communication*, 1999, Vol. 5, No. 2, available at: www.ascusc.org/jcmc/vol5/issue2.

Материалы конференций:

Usmanov T.S., Gusmanov A.A., Mullagalin I.Z., Muhametshina R.Ju., Chervyakova A.N., Sveshnikov A.V. *Trudy 6 Mezhdunarodnogo Simpoziuma «ovye resursoberegayushchie tekhnologii nedropol'zovaniya i povysheniya neftegazootdachi»* (Proc. 6th Int. Technol. Symp. «New energy saving subsoil technologies and the increasing of the oil and gas impact»). Moscow, 2007, pp. 267–272.

Главное в описаниях конференций – название конференции на языке оригинала (в транслитерации, если нет ее английского названия), выделенное курсивом. В скобках дается перевод названия на английский язык. Выходные данные (место проведения конференции, место издания, страницы) должны быть представлены на английском языке.

Книги (монографии, сборники, материалы конференций в целом):

Belaya kniga po nanotekhnologiyam: issledovaniya v oblasti nanochastits, nanostruktur i nanokompozitov v Rossiiskoi Federatsii (po materialam Pervogo Vserossiiskogo soveshchaniya uchenykh, inzhenerov i proizvoditelei v oblasti nanotekhnologii [White Book in Nanotechnologies: Studies in the Field of Nanoparticles, Nanostructures and Nanocomposites in the Russian Federation: Proceedings of the First All-Russian Conference of Scientists, Engineers and Manufacturers in the Field of Nanotechnology]. Moscow, LKI, 2007.

Nenashev M.F. *Poslednee pravitel'vo SSSR* [Last government of the USSR]. Moscow, Krom Publ., 1993. 221 p.

From disaster to rebirth: the causes and consequences of the destruction of the Soviet Union [Ot katastrofy k vozrozhdeniyu: prichiny i posledstviya razrusheniya SSSR]. Moscow, HSE Publ., 1999. 381 p.

Kanevskaya R.D. *Matematicheskoe modelirovanie gidrodinamicheskikh protsessov razrabotki mestorozhdenii uglevodorodov* (Mathematical modeling of hydrodynamic processes of hydrocarbon deposit development). Izhevsk, 2002. 140 p.

Latyshev, V.N., *Tribologiya rezaniya. Kn. 1: Friksionnye protsessy pri rezanie metallov* (Tribology of Cutting, Vol. 1: Frictional Processes in Metal Cutting), Ivanovo: Ivanovskii Gos. Univ., 2009.

Ссылка на Интернет-ресурс:

APA Style (2011), Available at: <http://www.apastyle.org/apa-style-help.aspx> (accessed 5 February 2011).

Pravila Tsitirovaniya Istochnikov (Rules for the Citing of Sources) Available at: <http://www.scribd.com/doc/1034528/> (accessed 7 February 2011)

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ РЕЦЕНЗИИ

РЕЦЕНЗИЯ

на статью (Фамилии, инициалы авторов, полное название статьи)

Научное направление работы. Для мультидисциплинарных исследований указываются не более 3 научных направлений.

Класс статьи: оригинальное научное исследование, новые технологии, методы, фундаментальные исследования, научный обзор, дискуссия, обмен опытом, наблюдения из практики, практические рекомендации, рецензия, лекция, краткое сообщение, юбилей, информационное сообщение, решения съездов, конференций, пленумов.

Научная новизна: 1) Постановка новой проблемы, обоснование оригинальной теории, концепции, доказательства, закономерности. 2) Фактическое подтверждение собственной концепции, теории. 3) Подтверждение новой оригинальной заимствованной концепции. 4) Решение частной научной задачи. 5) Констатация известных фактов.

Оценка достоверности представленных результатов.

Практическая значимость. Предложены: 1) Новые методы. 2) Новая классификация, алгоритм. 3) Новые препараты, вещества, механизмы, технологии, результаты их апробации. 4) Даны частные или слишком общие, неконкретные рекомендации. 5) Практических целей не ставится.

Формальная характеристика статьи.

Стиль изложения – хороший, (не) требует правки, сокращения.

Таблицы – (не) информативны, избыточны.

Рисунки – приемлемы, перегружены информацией, (не) повторяют содержание таблиц.

ОБЩЕЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Статья актуальна, обладает научной и практической новизной, рекомендуется для печати.

Рецензент Фамилия, инициалы

Полные сведения о рецензенте: Фамилия, имя, отчество полностью, ученая степень и ученое звание, должность, сведения об учреждении (название с указанием ведомственной принадлежности), адрес с почтовым индексом, номер телефона и факса с кодом города).

Дата

Подпись

Подлинность подписи рецензента подтверждаю: Секретарь

Печать учреждения

ПРАВИЛА ТРАНСЛИТЕРАЦИИ

Произвольный выбор транслитерации неизбежно приводит к многообразию вариантов представления фамилии одного автора и в результате затрудняет его идентификацию и объединение данных о его публикациях и цитировании под одним профилем (идентификатором – ID автора)

Представление русскоязычного текста (кириллицы) по различным правилам транслитерации (или вообще без правил) ведет к потере необходимой информации в аналитической системе SCOPUS.

НАЗВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИЙ

Использование общепринятого переводного варианта названия организации является наиболее предпочтительным. Употребление в статье официального, без сокращений, названия организации на английском языке позволит наиболее точно идентифицировать принадлежность авторов, предотвратит потери статей в системе анализа организаций и авторов. Прежде всего, это касается названий университетов и других учебных заведений, академических и отраслевых институтов. Это позволит также избежать расхождений между вариантами названий организаций в переводных, зарубежных и русскоязычных журналах. Исключение составляют не переводимые на английский язык наименования фирм. Такие названия, безусловно, даются в транслитерированном варианте.

Употребление сокращений или аббревиатур способствует потере статей при учете публикаций организации, особенно если аббревиатуры не относятся к общепринятым.

Излишним является использование перед основным названием принятых в последние годы составных частей названий организаций, обозначающих принадлежность ведомству, форму собственности, статус организации («Учреждение Российской академии наук...», «Федеральное государственное унитарное предприятие...», «ФГОУ ВПО...», «Национальный исследовательский...» и т.п.), что затрудняет идентификацию организации.

В свете постоянных изменений статусов, форм собственности и названий российских организаций (в т.ч. с образованием федеральных и национальных университетов, в которые в настоящее время вливаются большое количество активно публикующихся государственных университетов и институтов) существуют определенные опасения, что еще более усложнится идентификация и установление связей между авторами и организациями. В этой ситуации **желательно в статьях указывать полное название организации**, включенной, например, в федеральный университет, **если она сохранила свое прежнее название**. В таком случае она будет учтена и в своем профиле, и в профиле федерального университета.

Например, варианты Таганрогский технологический институт Южного федерального университета:

Taganrogskiĭ Tekhnologicheskij Institut Yuzhnogo Federal'nogo Universiteta;
Taganrog Technological Institute, South Federal University

В этот же профиль должны войти и прежние названия этого университета.

Для национальных исследовательских университетов важно сохранить свое основное название.

(В соответствии с рекомендациями О.В. Кирилловой, к.т.н., заведующей отделением ВИНИТИ РАН, члена Экспертного совета (CSAB) БД SCOPUS)

АВТОРСКИЕ РЕЗЮМЕ (АННОТАЦИИ) НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ

Необходимо иметь в виду, что аннотации (рефераты, авторские резюме) на английском языке в русскоязычном издании являются для иностранных ученых и специалистов основным и, как правило, единственным источником информации о содержании статьи и изложенных в ней результатах исследований. Зарубежные специалисты по аннотации оценивают публикацию, определяют свой интерес к работе российского ученого, могут использовать ее в своей публикации и сделать на неё ссылку, открыть дискуссию с автором,

запросить полный текст и т.д. Аннотация на английском языке на русскоязычную статью по объему может быть больше аннотации на русском языке, так как за русскоязычной аннотацией идет полный текст на этом же языке.

Аналогично можно сказать и об аннотациях к статьям, опубликованным на английском языке. Но даже в требованиях зарубежных издательств к статьям на английском языке указывается на объем аннотации в размере 100–250 слов.

Перечислим обязательные качества аннотаций на английском языке к русскоязычным статьям. Аннотации должны быть:

- информативными (не содержать общих слов);
- оригинальными (не быть калькой русскоязычной аннотации);
- содержательными (отражать основное содержание статьи и результаты исследований);
- структурированными (следовать логике описания результатов в статье);
- «англоязычными» (написаны качественным английским языком);
- компактными (укладываться в объем от 100 до 250 слов).

В аннотациях, которые пишут наши авторы, допускаются самые элементарные ошибки. Чаще всего аннотации представляют прямой перевод русскоязычного варианта, избылируют общими, ничего не значащими словами, увеличивая объем, но не способствующими раскрытию содержания и сути статьи. А еще чаще объем аннотации составляет всего несколько строк (3-5). При переводе аннотаций не используется англоязычная специальная терминология, что затрудняет понимание текста зарубежными специалистами. В зарубежной БД такое представление содержания статьи совершенно неприемлемо.

Опыт показывает, что самое сложное для российского автора при подготовке аннотации – представить кратко результаты своей работы. Поэтому одним из проверенных вариантов аннотации является краткое повторение в ней структуры статьи, включающей введение, цели и задачи, методы, результаты, заключение. Такой способ составления аннотаций получил распространение и в зарубежных журналах.

В качестве помощи для написания аннотаций (рефератов) можно рекомендовать, по крайней мере, два варианта правил. Один из вариантов – российский ГОСТ 7.9-95 «Реферат и аннотация. Общие требования», разработанный специалистами ВИНТИ.

Второй – рекомендации к написанию аннотаций для англоязычных статей, подаваемых в журналы издательства Emerald (Великобритания). При рассмотрении первого варианта необходимо учитывать, что он был разработан, в основном, как руководство для референтов, готовящих рефераты для информационных изданий. Второй вариант – требования к аннотациям англоязычных статей. Поэтому требуемый объем в 100 слов в нашем случае, скорее всего, нельзя назвать достаточным. Ниже приводятся выдержки из указанных двух вариантов. Они в значительной степени повторяют друг друга, что еще раз подчеркивает важность предлагаемых в них положений. Текст ГОСТа незначительно изменен с учетом специфики рефератов на английском языке.

КРАТКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО НАПИСАНИЮ АВТОРСКИХ РЕЗЮМЕ (АННОТАЦИЙ, РЕФЕРАТОВ К СТАТЬЯМ)

(подготовлены на основе ГОСТ 7.9-95)

Авторское резюме ближе по своему содержанию, структуре, целям и задачам к реферату. Это – краткое, точное изложение содержания документа, включающее основные фактические сведения и выводы описываемой работы.

Текст авторского резюме (в дальнейшем – реферата) должен быть лаконичен и четок, свободен от второстепенной информации, отличаться убедительностью формулировок.

Объем реферата должен включать минимум 100–250 слов (по ГОСТу – 850 знаков, не менее 10 строк).

Реферат включает следующие аспекты содержания статьи:

- предмет, тему, цель работы;
- метод или методологию проведения работы;
- результаты работы;
- область применения результатов;
- выводы.

Последовательность изложения содержания статьи можно изменить, начав с изложения результатов работы и выводов.

Предмет, тема, цель работы указываются в том случае, если они не ясны из заглавия статьи.

Метод или методологию проведения работы целесообразно описывать в том случае, если они отличаются новизной или представляют интерес с точки зрения данной работы. В рефератах документов, описывающих экспериментальные работы, указывают источники данных и характер их обработки.

Результаты работы описывают предельно точно и информативно. Приводятся основные теоретические и экспериментальные результаты, фактические данные, обнаруженные взаимосвязи и закономерности. При этом отдается предпочтение новым результатам и данным долгосрочного значения, важным открытиям, выводам, которые опровергают существующие теории, а также данным, которые, по мнению автора, имеют практическое значение.

Выводы могут сопровождаться рекомендациями, оценками, предложениями, гипотезами, описанными в статье.

Сведения, содержащиеся в заглавии статьи, не должны повторяться в тексте реферата. Следует избегать лишних вводных фраз (например, «автор статьи рассматривает...»). Исторические справки, если они не составляют основное содержание документа, описание ранее опубликованных работ и общеизвестные положения, в реферате не приводятся.

В тексте реферата следует употреблять синтаксические конструкции, свойственные языку научных и технических документов, избегать сложных грамматических конструкций (не применимых в научном английском языке).

В тексте реферата на английском языке следует применять терминологию, характерную для иностранных специальных текстов. Следует избегать употребления терминов, являющихся прямой калькой русскоязычных терминов. Необходимо соблюдать единство терминологии в пределах реферата.

В тексте реферата следует применять значимые слова из текста статьи.

Сокращения и условные обозначения, кроме общеупотребительных (в том числе в англоязычных специальных текстах), применяют в исключительных случаях или дают их определения при первом употреблении.

Единицы физических величин следует приводить в международной системе СИ.

Допускается приводить в круглых скобках рядом с величиной в системе СИ значение величины в системе единиц, использованной в исходном документе.

Таблицы, формулы, чертежи, рисунки, схемы, диаграммы включаются только в случае необходимости, если они раскрывают основное содержание документа и позволяют сократить объем реферата.

Формулы, приводимые неоднократно, могут иметь порядковую нумерацию, причем нумерация формул в реферате может не совпадать с нумерацией формул в оригинале.

В реферате не делаются ссылки на номер публикации в списке литературы к статье.

Объем текста реферата в рамках общего положения определяется содержанием документа (объемом сведений, их научной ценностью и/или практическим значением).

**ВЫДЕРЖКА ИЗ РЕКОМЕНДАЦИЙ
АВТОРАМ ЖУРНАЛОВ ИЗДАТЕЛЬСТВА EMERALD
(<http://www.emeraldinsight.com/authors/guides/write/abstracts.htm>)**

Авторское резюме (реферат, abstract) является кратким резюме большей по объему работы, имеющей научный характер, которое публикуется в отрыве от основного текста и, следовательно, само по себе должно быть понятным без ссылки на саму публикацию. Оно должно излагать существенные факты работы и не должно преувеличивать или содержать материал, который отсутствует в основной части публикации.

Авторское резюме выполняет функцию справочного инструмента (для библиотеки, реферативной службы), позволяющего читателю понять, следует ли ему читать или не читать полный текст.

Авторское резюме включает:

1. Цель работы в сжатой форме. Предыстория (история вопроса) может быть приведена только в том случае, если она связана контекстом с целью.
2. Кратко излагая основные факты работы, необходимо помнить следующие моменты:
 - необходимо следовать хронологии статьи и использовать ее заголовки в качестве руководства;
 - не включать несущественные детали (см. пример «Как не надо писать реферат»);
 - вы пишете для компетентной аудитории, поэтому вы можете использовать техническую (специальную) терминологию вашей дисциплины, четко излагая свое мнение и имея также в виду, что вы пишете для международной аудитории;
 - текст должен быть связным с использованием слов «следовательно», «более того», «например», «в результате» и т.д. («consequently», «moreover», «for example», «the benefits of this study», «as a result» etc.), либо разрозненные излагаемые положения должны логично вытекать одно из другого;
 - необходимо использовать активный, а не пассивный залог, т.е. «The study tested», но не «It was tested in this study» (частая ошибка российских аннотаций);
 - стиль письма должен быть компактным (плотным), поэтому предложения, вероятнее всего, будут длиннее, чем обычно.

Примеры, как не надо писать реферат, приведены на сайте издательства (<http://www.emeraldinsight.com/authors/guides/write/abstracts.htm?part=3&>). Как видно из примеров, не всегда большой объем означает хороший реферат.

На сайте издательства также приведены примеры хороших рефератов для различных типов статей (обзоры, научные статьи, концептуальные статьи, практические статьи)

<http://www.emeraldinsight.com/authors/guides/write/abstracts.htm?part=2&PHPSESID=hdac5rtkb73ae013ofk4g8nrv1>.

(В соответствии с рекомендациями О.В. Кирилловой, к.т.н., заведующей отделением ВИНТИ РАН, члена Экспертного совета (CSAB) БД SCOPUS)

ПРИСТАТЕЙНЫЕ СПИСКИ ЛИТЕРАТУРЫ

Списки литературы представляются в двух вариантах:

1. В соответствии с ГОСТ Р 7.0.5 2008 (русскоязычный вариант вместе с зарубежными источниками).
2. Вариант на латинице, повторяя список литературы к русскоязычной части, независимо от того, имеются или нет в нем иностранные источники.

Правильное описание используемых источников в списках литературы является залогом того, что цитируемая публикация будет учтена при оценке научной деятельности ее авторов, следовательно (по цепочке) – организации, региона, страны. По цитированию журнала определяется его научный уровень, авторитетность, эффективность деятельности его редакционного совета и т.д. Из чего следует, что наиболее значимыми составляющими в библиографических ссылках являются фамилии авторов и названия журналов. Причем для того, чтобы все авторы публикации были учтены в системе, необходимо в описание статьи вносить всех авторов, не сокращая их тремя, четырьмя и т.п. Заглавия статей в этом случае дают дополнительную информацию об их содержании и в аналитической системе не используются, поэтому они могут опускаться.

Zagurenko A.G., Korotovskikh V.A., Kolesnikov A.A., Timonov A.V., Kardymon D.V. *Neftyanoe khozyaistvo – Oil Industry*, 2008, no. 11, pp. 54–57.

Такая ссылка позволяет проводить анализ по авторам и названию журнала, что и является ее главной целью.

Ни в одном из зарубежных стандартов на библиографические записи не используются разделительные знаки, применяемые в российском ГОСТе («//» и «-»).

В Интернете существует достаточно много бесплатных программ для создания общепринятых в мировой практике библиографических описаний на латинице.

Ниже приведены несколько ссылок на такие сайты:

<http://www.easybib.com/>

<http://www.bibme.org/>

<http://www.sourceaid.com/>

При составлении списков литературы для зарубежных БД важно понимать, что чем больше будут ссылки на российские источники соответствовать требованиям, предъявляемым к иностранным источникам, тем легче они будут восприниматься системой. И чем лучше в ссылках будут представлены авторы и названия журналов (и других источников), тем точнее будут статистические и аналитические данные о них в системе SCOPUS.

Ниже приведены примеры ссылок на российские публикации в соответствии с вариантами, описанными выше.

Статьи из журналов:

Zagurenko A.G., Korotovskikh V.A., Kolesnikov A.A., Timonov A.V., Kardymon D.V. *Neftyanoe khozyaistvo – Oil Industry*, 2008, no. 11, pp. 54–57.

Dyachenko, V.D., Krivokolysko, S.G., Nesterov, V.N., and Litvinov, V.P., *Khim. Geterotsikl. Soedin.*, 1996, no. 9, p. 1243.

Статьи из электронных журналов описываются аналогично печатным изданиям с дополнением данных об адресе доступа.

Пример описания статьи из электронного журнала:

Swaminathan V., Lepkoswka-White E., Rao B.P., *Journal of Computer-Mediated Communication*, 1999, Vol. 5, No. 2, available at: www.ascusc.org/jcmc/vol5/issue2.

Материалы конференций:

Usmanov T.S., Gusmanov A.A., Mullagalina I.Z., Muhametshina R.Ju., Chervyakova A.N., Sveshnikov A.V. *Trudy 6 Mezhdunarodnogo Simpoziuma «ovyе resursosberegayushchie tekhnologii nedropol'zovaniya i povysheniya neftegazootdachi»* (Proc. 6th Int. Technol. Symp. «New energy saving subsoil technologies and the increasing of the oil and gas impact»). Moscow, 2007, pp. 267–272.

Главное в описаниях конференций – название конференции на языке оригинала (в транслитерации, если нет ее английского названия), выделенное курсивом. В скобках дается перевод названия на английский язык. Выходные данные (место проведения конференции, место издания, страницы) должны быть представлены на английском языке.

Книги (монографии, сборники, материалы конференций в целом):

Belaya kniga po nanotekhnologiyam: issledovaniya v oblasti nanochastits, nanostruktur i nanokompozitov v Rossiiskoi Federatsii (po materialam Pervogo Vserossiiskogo soveshchaniya uchenykh, inzhenerov i proizvoditelei v oblasti nanotekhnologii [White Book in Nanotechnologies: Studies in the Field of Nanoparticles, Nanostructures and Nanocomposites in the Russian Federation: Proceedings of the First All-Russian Conference of Scientists, Engineers and Manufacturers in the Field of Nanotechnology]. Moscow, LKI, 2007.

Nenashev M.F. *Poslednee pravitel'vo SSSR* [Last government of the USSR]. Moscow, Krom Publ., 1993. 221 p.

From disaster to rebirth: the causes and consequences of the destruction of the Soviet Union [Ot katastrofy k vrozhdeniju: prichiny i posledstviya razrusheniya SSSR]. Moscow, HSE Publ., 1999. 381 p.

Kanevskaya R.D. *Matematicheskoe modelirovanie gidrodinamicheskikh protsessov razrabotki mestorozhdenii uglevodorodov* (Mathematical modeling of hydrodynamic processes of hydrocarbon deposit development). Izhevsk, 2002. 140 p.

Latyshev, V.N., *Tribologiya rezaniya. Kn. 1: Friksionnye protsessy pri rezanie metallov* (Tribology of Cutting, Vol. 1: Frictional Processes in Metal Cutting), Ivanovo: Ivanovskii Gos. Univ., 2009.

Ссылка на Интернет-ресурс:

APA Style (2011), Available at: <http://www.apastyle.org/apa-style-help.aspx> (accessed 5 February 2011).

Pravila Tsitirovaniya Istochnikov (Rules for the Citing of Sources) Available at: <http://www.scribd.com/doc/1034528/> (accessed 7 February 2011)

Как видно из приведенных примеров, чаще всего, название источника, независимо от того, журнал это, монография, сборник статей или название конференции, выделяется курсивом. Дополнительная информация – перевод на английский язык названия источника приводится в квадратных или круглых скобках шрифтом, используемым для всех остальных составляющих описания.

Из всего вышесказанного можно сформулировать следующее краткое резюме в качестве рекомендаций по составлению ссылок в романском алфавите в англоязычной части статьи и пристатейной библиографии, предназначенной для зарубежных БД:

1. Отказаться от использования ГОСТ 5.0.7. Библиографическая ссылка.
2. Следовать правилам, позволяющим легко идентифицировать 2 основных элемента описаний – авторов и источник.
3. Не перегружать ссылки транслитерацией заглавий статей, либо давать их совместно с переводом.
4. Придерживаться одной из распространенных систем транслитерации фамилий авторов, заглавий статей (если их включать) и названий источников.
5. При ссылке на статьи из российских журналов, имеющих переводную версию, лучше давать ссылку на переводную версию статьи.

(В соответствии с рекомендациями О.В. Кирилловой, к.т.н., заведующей отделением ВИНИТИ РАН, члена Экспертного совета (CSAB) БД SCOPUS)

Оплата издательских расходов составляет:

- 3500 руб.** – для физических лиц;
- 4200 руб.** – для юридических лиц.

Для оформления финансовых документов на юридические лица просим предоставлять ФИО директора или иного лица, уполномоченного подписывать договор, телефон (обязательно), реквизиты организации.

Банковские реквизиты:

Получатель: ООО «Организационно-методический отдел Академии Естествознания» или ООО «Оргметодотдел АЕ»*

*** Просим указывать только одно из предоставленных названий организации. Иное сокращение наименования организации получателя не допускается. При ином сокращении наименования организации денежные средства не будут получены на расчетный счет организации!!!**

ИНН 6453117343

КПП 645301001

р/с 40702810300540002324

Банк получателя: Саратовский филиал ОАО «Банк Москвы»

к/с 30101810300000000836

БИК 046311836

Назначение платежа*: Издательские услуги. Без НДС. ФИО автора.

***В случае иной формулировки назначения платежа будет осуществлен возврат денежных средств!**

Копия платежного поручения высылается через «Личный портфель автора», по e-mail: edition@rae.ru или по факсу +7 (8412) 56-17-69.

**Библиотеки, научные и информационные организации,
получающие обязательный бесплатный экземпляр печатных изданий**

№ п/п	Наименование получателя	Адрес получателя
1.	Российская книжная палата	121019, г. Москва, Кремлевская наб., 1/9
2.	Российская государственная библиотека	101000, г. Москва, ул.Воздвиженка, 3/5
3.	Российская национальная библиотека	191069, г. Санкт-Петербург, ул. Садовая, 18
4.	Государственная публичная научно-техническая библиотека Сибирского отделения Российской академии наук	630200, г. Новосибирск, ул. Восход, 15
5.	Дальневосточная государственная научная библиотека	680000, г. Хабаровск, ул. Муравьева-Амурского, 1/72
6.	Библиотека Российской академии наук	199034, г. Санкт-Петербург, Биржевая линия, 1
7.	Парламентская библиотека аппарата Государственной Думы и Федерального собрания	103009, г. Москва, ул.Охотный ряд, 1
8.	Администрация Президента Российской Федерации. Библиотека	103132, г. Москва, Старая пл., 8/5
9.	Библиотека Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова	119899, г. Москва, Воробьевы горы
10.	Государственная публичная научно-техническая библиотека России	103919, г. Москва, ул.Кузнецкий мост, 12
11.	Всероссийская государственная библиотека иностранной литературы	109189, г. Москва, ул. Николаямская, 1
12.	Институт научной информации по общественным наукам Российской академии наук	117418, г. Москва, Нахимовский пр-т, 51/21
13.	Библиотека по естественным наукам Российской академии наук	119890, г. Москва, ул. Знаменка, 11/11
14.	Государственная публичная историческая библиотека Российской Федерации	101000, г. Москва, Центр, Старосадский пер., 9
15.	Всероссийский институт научной и технической информации Российской академии наук	125315, г. Москва, ул.Усиевича, 20
16.	Государственная общественно-политическая библиотека	129256, г. Москва, ул.Вильгельма Пика, 4, корп. 2
17.	Центральная научная сельскохозяйственная библиотека	107139, г. Москва, Орликов пер., 3, корп. В
18.	Политехнический музей. Центральная политехническая библиотека	101000, г. Москва, Политехнический пр-д, 2, п.10
19.	Московская медицинская академия имени И.М. Сеченова, Центральная научная медицинская библиотека	117418, г. Москва, Нахимовский пр-кт, 49
20.	ВИНИТИ РАН (отдел комплектования)	125190, г. Москва, ул. Усиевича, 20, комн. 401.

ЗАКАЗ ЖУРНАЛА «ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ»

Для приобретения журнала необходимо:

1. Оплатить заказ.
2. Заполнить форму заказа журнала.
3. Выслать форму заказа журнала и сканкопию платежного документа в редакцию журнала по e-mail: edition@rae.ru.

Стоимость одного экземпляра журнала (с учетом почтовых расходов):

- Для физических лиц – 1150 рублей.
Для юридических лиц – 1850 рублей.
Для иностранных ученых – 1850 рублей.

ФОРМА ЗАКАЗА ЖУРНАЛА

Информация об оплате способ оплаты, номер платежного документа, дата оплаты, сумма	
Сканкопия платежного документа об оплате	
ФИО получателя полностью	
Адрес для высылки заказной корреспонденции индекс обязательно	
ФИО полностью первого автора запрашиваемой работы	
Название публикации	
Название журнала, номер и год	
Место работы	
Должность	
Ученая степень, звание	
Телефон указать код города	
E-mail	

Образец заполнения платежного поручения:

Получатель ИНН 6453117343 КПП 645301001 ООО «Организационно-методический отдел Академии Естествознания»	Сч. №	40702810300540002324
Банк получателя Саратовский филиал ОАО «Банк Москвы»	БИК	046311836
	к/с	30101810300000000836

НАЗНАЧЕНИЕ ПЛАТЕЖА: «ИЗДАТЕЛЬСКИЕ УСЛУГИ. БЕЗ НДС. ФИО»

Особое внимание обратите на точность почтового адреса с индексом, по которому вы хотите получать издания. На все вопросы, связанные с подпиской, Вам ответят по телефону: 841-2-56-17-69.

По запросу (факс 841-2-56-17-69, E-mail: stukova@rae.ru) высылается счет для оплаты подписки и счет-фактура.

ОБРАЗЕЦ КВИТАНЦИИ



Извещение	СБЕРБАНК РОССИИ <i>Форма № ПД-4</i>	
	ООО «Организационно-методический отдел Академии Естествознания»	
	<small>(наименование получателя платежа)</small>	
	ИНН 6453117343	40702810300540002324
	<small>(ИНН получателя платежа)</small>	<small>(номер счёта получателя платежа)</small>
	Саратовский филиал ОАО «Банк Москвы»	
	<small>(наименование банка получателя платежа)</small>	
	БИК 046311836	30101810300000000836
	КПП 645301001	<small>(№ кор./сч. банка получателя платежа)</small>
	Ф.И.О. плательщика _____	
Адрес плательщика _____		
Подписка на журнал « _____ »		
<small>(наименование платежа)</small>		
Сумма платежа _____ руб. _____ коп. Сумма оплаты за услуги _____ руб. _____ коп.		
Итого _____ руб. _____ коп. « _____ » _____ 201_ г.		
Кассир	С условиями приёма указанной в платёжном документе суммы, в т.ч. суммой взимаемой платы за услуги банка, ознакомлен и согласен	
	Подпись плательщика _____	

Квитанция	СБЕРБАНК РОССИИ <i>Форма № ПД 4</i>	
	ООО «Организационно-методический отдел Академии Естествознания»	
	<small>(наименование получателя платежа)</small>	
	ИНН 6453117343	40702810300540002324
	<small>(ИНН получателя платежа)</small>	<small>(номер счёта получателя платежа)</small>
	Саратовский филиал ОАО «Банк Москвы»	
	<small>(наименование банка получателя платежа)</small>	
	БИК 046311836	30101810300000000836
	КПП 645301001	<small>(№ кор./сч. банка получателя платежа)</small>
	Ф.И.О. плательщика _____	
Адрес плательщика _____		
Подписка на журнал « _____ »		
<small>(наименование платежа)</small>		
Сумма платежа _____ руб. _____ коп. Сумма оплаты за услуги _____ руб. _____ коп.		
Итого _____ руб. _____ коп. « _____ » _____ 201_ г.		
Кассир	С условиями приёма указанной в платёжном документе суммы, в т.ч. суммой взимаемой платы за услуги банка, ознакомлен и согласен	
	Подпись плательщика _____	

