

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ № 8 2014
ИССЛЕДОВАНИЯ Часть 6
Научный журнал

Электронная версия
www.fr.rae.ru
12 выпусков в год
Импакт фактор
РИНЦ – 0,296

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

АДРЕС РЕДАКЦИИ
440026, г. Пенза,
ул. Лермонтова, 3
Тел/Факс редакции 8 (8452)-47-76-77
e-mail: edition@rae.ru

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.

Директор
к.м.н. Стукова Н.Ю.

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

Подписано в печать 05.08.2014

Формат 60х90 1/8
Типография
ИД «Академия Естествознания»
440000, г. Пенза,
ул. Лермонтова, 3

Технический редактор
Кулакова Г.А.
Корректор
Галенкина Е.С.

Усл. печ. л. 29,88.
Тираж 1000 экз. Заказ ФИ 2014/8
Подписной индекс
33297

**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 Казимирова 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 Гаджихамедов Н.Э. (Дагестан)

Физико-математические науки

д.ф.-м.н., профессор Криштоп В.В. (Хабаровск)

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

№ 8 2014
Part 6
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 M.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 M.N.

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)

Philological sciences

Gadzhiahmedov A.E. (Dagestan)

Geologo-mineralogical sciences

Lebedev V.I. (Kyzyl)

Physical and mathematical sciences

Krishtop V.V. (Khabarovsk)

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

Технические науки

АЭРОДИНАМИКА РОТОРА ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ ВСТРЕЧНОГО УДАРА <i>Ахлюстина Н.В., Зубов В.В.</i>	1279
ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ <i>Волков В.Н., Бурмистров В.А., Тимохова О.М.</i>	1283
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ <i>Запорожцев А.В.</i>	1288
ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИСХОДА ОСТРОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ ПОЧЕК <i>Карякина О.Е., Карякин А.А., Мартынова Н.А.</i>	1295
ИССЛЕДОВАНИЕ ПУТЕЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОТОКОЛОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЮЧЕЙ В ЗАЩИЩЕННОЙ IP-ТЕЛЕФОНИИ <i>Ковиур М.М.</i>	1300
ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ТВЕРДЕНИЯ БЕТОНОВ И РАСТВОРОВ С ПРОТИВОМОРОЗНЫМИ ДОБАВКАМИ ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР <i>Кононова О.В., Минаков Ю.А., Грязина М.В., Иванов Н.А., Черепов В.Д.</i>	1309
ИССЛЕДОВАНИЕ ОБОГРЕВА БЕТОНА СТЫКОВЫХ ЗОН КАРКАСНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ТЕРМОАКТИВНОЙ ОПАЛУБКЕ <i>Минаков Ю.А., Кононова О.В., Анисимов С.Н.</i>	1313
ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ЖИРОВОЙ КОМПОНЕНТ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРАЛИНОВЫХ КОНФЕТ <i>Никонович С.Н.</i>	1318
ТЕСТИРОВАНИЕ ЗРИТЕЛЬНО-МОТОРНОЙ СИСТЕМЫ ВОДИТЕЛЯ АВТОТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА МЕТОДОМ РЕАКЦИИ НА ДВИЖУЩИЙСЯ ОБЪЕКТ <i>Песошин А.А., Чернышов Д.Е., Роженцов В.В.</i>	1322
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ С УЧЕТОМ ПРАКТИКИ СУДЕБНО-СТРОИТЕЛЬНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ <i>Сленьков В.А., Минаков Ю.А., Михеева М.А.</i>	1327
РАЗРАБОТКА ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМИ ПОТОКАМИ В ЛЕСНОМ КОМПЛЕКСЕ <i>Сушков А.С., Бурмистрова О.Н., Пильник Ю.Н.</i>	1331
МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕОБХОДИМОСТИ РЕМОНТА РЕЗЕРВУАРА ПРИ ОСАДКАХ ОСНОВАНИЯ <i>Чепур П.В., Тарасенко А.А.</i>	1336
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ДВУХФАЗНОЙ СИСТЕМЫ ЖИДКОСТЬ – ТВЕРДОЕ В АППАРАТЕ РОТОРНОГО ТИПА <i>Ширина Н.Ю., Сидоров В.Н., Мурашов А.А.</i>	1341

Физико-математические науки**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ
ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ НАНОЖИДКОСТИ***Жаров А.В., Савинский Н.Г., Павлов А.А., Евдокимов А.Н.* 1345**АНАЛОГ ЗАДАЧИ ФРАНКЛЯ ДЛЯ СМЕШАННОГО УРАВНЕНИЯ ВТОРОГО
ПОРЯДКА С ПЕРЕМЕННЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ
ПРИ МЛАДШИХ ЧЛЕНАХ***Лайпанова А.М., Желдашева А.О., Лесев В.Н.* 1351**АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ КСЕРОГЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ЖИДКОГО СТЕКЛА
В РАМКАХ МОДЕЛИ ХАОТИЧЕСКИ РАЗОРИЕНТИРОВАННЫХ КРИСТАЛЛИТОВ***Скорикова Н.С., Фофанов А.Д.* 1356**Химические науки****ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В КУКУРУЗЕ
ЭМИССИОННО-СПЕКТРАЛЬНЫМ МЕТОДОМ***Бокова Л.М., Султыгова З.Х., Инаркиева З.И., Дидигова Л.А., Темирханов Б.А.* 1364**ОПРЕДЕЛЕНИЕ БЕЛКОВЫХ ФРАКЦИЙ,
СОДЕРЖАЩИХСЯ В ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУРАХ И МУКЕ,
МЕТОДОМ ГЕЛЬ-ПРОНИКАЮЩЕЙ ХРОМАТОГРАФИИ***Бокова Л.М., Султыгова З.Х., Бокова М.М., Балаева Ф.А., Инаркиева З.И.* 1367**ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИАЗОМЕТИНЭФИРОВ НА ОСНОВЕ АРОМАТИЧЕСКИХ
ДИАЛЬДЕГИДОВ И 4,4'-ДИАМИНОТРИФЕНИЛМЕТАНА С ПОМОЩЬЮ
РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОГО ФАЗОВОГО АНАЛИЗА***Борукаев Т.А., Гасташева М.А., Залова Т.В., Китиева Л.И.* 1372**Биологические науки****ДЕГРАДАЦИЯ ГЕРБИЦИДА ГЛИФОСАТА БАКТЕРИЯМИ РОДОВ
PSEUDOMONAS И PROTEUS***Бакулин М.К., Овсянников Ю.С., Туманов А.С., Бакулин В.М.* 1377**ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЙСТВИЯ ПРЕОБРАЗОВАННОГО СОЛНЕЧНОГО СВЕТА
НА ГИПЕРТЕНЗИВНЫХ КРЫС***Санталова И.М., Захарова Н.М., Фахранурова Л.И., Аверин А.С.,
Рогачевский В.В., Храмов Р.Н.* 1383**Географические науки****ОСОБЕННОСТИ КЛИМАТИЧЕСКОЙ АСИММЕТРИИ В БАССЕЙНАХ
МАЛЫХ ВОДОТОКОВ НА КУРИЛЬСКИХ ОСТРОВАХ***Макарова Т.Р.* 1388**Геолого-минералогические науки****ГРАНАТОВЫЕ МЕТАУЛЬТРАМАФИТЫ И ГРАНАТОВЫЕ ЖЕДРИТИТЫ
ОМОЛОНСКОГО МИКРОКОНТИНЕНТА: ГЛУБИННЫЙ ДИАФТОРЕЗ
И ЕГО ГЕОЛОГО-ТЕКТОНИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ (СЕВЕРО-ВОСТОК РОССИИ)***Жуланова И.Л., Авченко О.В., Шарова О.И.* 1393**КРУПНЕЙШИЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ВОДОНАПОРНЫЕ СИСТЕМЫ
ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО МЕГАБАССЕЙНА***Матусевич В.М., Абдрашитова Р.Н., Яковлева Т.Ю.* 1400

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА АГРЕГАЦИИ ЧАСТИЦ В ГЛИНИСТЫХ ГРУНТАХ ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ ИХ УГЛЕВОДОРОДАМИ

Середин В.В., Ядзинская М.Р. 1408

Фармацевтические науки

СИНТЕЗ И АНКСИОЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ 2-СТИРИЛПРОИЗВОДНЫХ 4-ОКСОПИРИМИДИНА

*Жогло Е.Н., Кодониди И.П., Оганесян Э.Т., Воронков А.В., Дьякова И.Н.,
Бандура А.Ф., Сочнев В.С., Смирнова Л.П., Ивченко А.В.* 1413

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ВИДОВ РОДА *EQUISETUM* L.

Коломиец Н.Э., Агеева Л.Д., Абрамец Н.Ю. 1418

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА КЛИМАКТЕРИЧЕСКОГО СБОРА

Полуэктова Т.В., Коломиец Н.Э., Абрамец Н.Ю., Смолякова И.М., Авдеенко С.Н. 1422

Экономические науки

ФИНАНСИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПА РЕАЛИЗАЦИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗНАНИЙ

Аввакумова А.Д. 1426

ФИНАНСОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ РОССИИ В УСЛОВИЯХ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ

Кузнецов Н.В. 1431

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ СХЕМА ФУНДАМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ФОРМИРОВАНИЯ МОДЕЛИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СЕВЕРА)

Скуфьина Т.П., Баранов С.В. 1439

К ВОПРОСУ О РАЗВИТИИ СИСТЕМЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Шестернева Н.Н., Приходько А.Н. 1444

Педагогические науки

ИНФОРМАЦИОННО-ПРОЕКТНЫЙ МЕТОД КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ РЕЧЕВОЙ КУЛЬТУРЫ БУДУЩИХ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЕЙ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ (С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ MOODLE)

Винник В.К., Шишикина А.А. 1450

ЭВАЛЮАЦИЯ И ЛОГИСТИКА: НОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ В УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ ОБУЧЕНИЯ

Ефремова Н.Ф. 1455

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАПРАВЛЕННЫХ СРЕДСТВ СРОЧНОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ В ТРЕНИРОВОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ФУТБОЛИСТОВ

Комаров А.П. 1460

Искусствоведение

МАЛЫЕ ФОРМЫ В ТВОРЧЕСТВЕ АДЫГСКИХ КОМПОЗИТОРОВ НА ПРИМЕРЕ ЦИКЛА «ДЕСЯТЬ ФОРТЕПИАННЫХ ПРЕЛЮДИЙ» Д. АНЗАРОКОВА

Тлехурай З.М. 1463

Филологические науки

СТРУКТУРНО-ЯЗЫКОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СПОРТИВНЫХ
ТЕРМИНОВ-ЭПОНИМОВ В РУССКОМ И АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКАХ

Бобырева Н.Н. 1469

СИМВОЛИЧЕСКИЕ ДЕТАЛИ КАК СРЕДСТВО РЕПРЕЗЕНТАЦИИ
ИМПЛИЦИТНОГО СМЫСЛА В ХУДОЖЕСТВЕННОМ ТЕКСТЕ
(ОПЫТ С. АЛЬ-МОГИ И Л.С. ПЕТРУШЕВСКОЙ)

Хешам Мохаммед Махмуд, Дина Мохаммед Абду 1473

ЯЗЫКОВЫЕ СРЕДСТВА СОЗДАНИЯ ОБРАЗА НАРУЧНЫХ ЧАСОВ
В РЕКЛАМНОМ ДИСКУРСЕ

Скнарев Д.С. 1480

Философские науки

МЕСТО ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЦЕССАХ СОЦИАЛЬНОГО КОНСТРУИРОВАНИЯ

Антипов А.С. 1485

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ 1490

CONTENTS

Technical sciences

AERODYNAMICS OF THE ROTOR SHREDDER COUNTER <i>Akhlyustina N.V., Zubov V.V.</i>	1279
FEATURES WORK HYDRAULIC SYSTEM LOGGING TECHNOLOGY IN OPERATION AT LOW TEMPERATURES <i>Volkov V.N., Burmistrov V.A., Timokhova O.M.</i>	1283
MODELING TECHNICAL SYSTEMS <i>Zaporozhtsev A.V.</i>	1288
PROGRAM MODULE FOR PREDICTING THE OUTCOME OF ACUTE KIDNEY INJURY <i>Karyakina O.E., Karyakin A.A., Martynova N.A.</i>	1295
INVESTIGATION OF THE WAYS OF IMPROVING OF THE KEY AGREEMENT PROTOCOLS IN THE SECURE IP-TELEPHONY <i>Kovtsur M.M.</i>	1300
AFTER LOW TEMPERATURES EFFECT CONCRETE AND MORTAR WITH ANTIFREEZE ADDITIVES HARDENING KINETICS INVESTIGATION <i>Kononova O.V., Minakov Y.A., Gryazina M.V., Ivanov N.A., Cherepov V.D.</i>	1309
INVESTIGATION OF HEAT CONCRETE FRAMEWORK STRUCTURES BUTT ZONES IN SHUTTERING WITH HEATING ELEMENTS <i>Minakov Y.A., Kononova O.V., Anisimov S.N.</i>	1313
UNCTIONAL FATTY COMPONENT FOR THE PRODUCTION OF PRALINE CANDIES <i>Nikonovich S.N.</i>	1318
TESTING OF VISUAL-MOTOR SYSTEM OF VEHICLE DRIVER USING THE REACTION TO MOVING OBJECT METHOD <i>Pesoshin A.A., Chernyshov D.E., Rozhentsov V.V.</i>	1322
STUDY OF PRICING CONSTRUCTION AND INSTALLATION WORKS ON THE PRACTICE FORENSIC BUILDING EXAMINATION <i>Slenkov V.A., Minakov Y.A., Mikheeva M.A.</i>	1327
DEVELOPMENT OF THEORETICAL BASES OF PLANNING AND MANAGEMENT OF TRANSPORT LOGISTICS IN FORESTRY COMPLEX <i>Sushkov A.S., Burmistrova O.N., Pilnik Y.N.</i>	1331
METHOD OF DETERMINING THE NEED REPAIR TANK IN SEDIMENTS GROUNDS <i>Chepur P.V., Tarasenko A.A.</i>	1336
MODELING OF PROCESS FOR PRODUCING DIPHASIC SYSTEM LIQUID-SOLID IN THE ROTARY TYPE DEVICE <i>Shirina N.Y., Sidorov V.N., Murashov A.A.</i>	1341

Physical and mathematical sciences

EXPERIMENTAL METHOD OF MEASUREMENT OF HEAT CONDUCTIVITY OF NANOLIQUID <i>Zharov A.V., Savinskiy N.G., Pavlov A.A., Evdokimov A.N.</i>	1345
---	------

ANALOG OF THE FRANCL PROBLEM FOR THE MIXED SECOND ORDER
EQUATION WITH VARIABLE COEFFICIENTS AT YOUNGER MEMBERS

Laypanova A.M., Zheldasheva A.O., Lesev V.N. 1351

THE STRUCTURE OF XEROGEL BASED ON WATER GLASS
IN THE MODEL OF DISORIENTED BLOCKS

Skorikova N.S., Fofanov A.D. 1356

Chemical sciences

DETERMINATION OF TRACE ELEMENTS
IN MAIZE EMISSION-SPECTRAL METHODS

Bokova L.M., Sulytsova Z.K., Inarkieva Z.I., Didigova L.A., Temirkhanov B.A. 1364

DETERMINATION OF PROTEIN FRACTIONS CONTAINED IN FLOUR CROPS
AND GEL PERMEATION CHROMATOGRAPHY

Bokova L.M., Sulytsova Z.K., Bokova M.M., Balaeva F.A., Inarkieva Z.I. 1367

RESEARCH POLIAZOMETINEFIROV ON THE BASIS OF AROMATIC
DIALDEGIDOV AND 4,4 -DIAMINOTRIFENILMETANA BY MEANS
OF THE RADIOGRAPHIC PHASE ANALYSIS

Borukaev T.A., Gastasheva M.A., Zalova T.V., Kitieva L.I. 1372

Biological sciences

DEGRADATION HERBICIDES GLYPHOSATE BY BACTERIA GENERA
PSEUDOMONAS AND PROTEUS

Bakulin M.K., Ovsyannikov Y.S., Tumanov A.S., Bakulin V.M. 1377

RESEARCH OF EFFECTS TRANSFORM SUNLIGHT IN HYPERTENSIVE RATS

*Santalova I.M., Zakharova N.M., Fakhranurova L.I., Averin A.S.,
Rogachevskiy V.V., Khramov R.N.* 1383

Geographical sciences

CHARACTERISTIC OF THE CLIMATIC ASYMMETRY
IN THE BASINS OF SMALL STREAMS ON KURIL ISLANDS

Makarova T.R. 1388

Geological-mineralogical sciences

THE GARNET ULTRAMAFICS AND GARNET GEDRITITES
OF THE OMOLON MICROCONTINENT: DEEP DIAPHTHORESIS
WITH GEOLOGIC AND TECTONIC INTERPRETATION

Zhulanova I.L., Avchenko O.V., Sharova O.I. 1393

LARGEST GEODYNAMIC WATER PRESSURE SYSTEM
OF THE WEST SIBERIAN MEGABASIN

Matusovich V.M., Abdrashitova R.N., Yakovleva T.Y. 1400

STUDY OF PARTICLES AGGREGATION MECHANISM
IN CLAY SOILS HYDROCARBON POLLUTED

Seredin V.V., Yadzinskaya M.R. 1408

Pharmaceutical sciences

SYNTHESIS AND ANXIOLYTIC ACTIVITY

OF 2-STYRYL-4-OXOPYRIMIDINE DERIVATIVES

*Zhoglo E.N., Kodonidi I.P., Oganessian E.T., Voronkov A.V., Dyakova I.N.,
Bandura A.F., Sochnev V.S., Smirnova L.P., Ivchenko A.V.* 1413

ELEMENTAL COMPOSITION OF SPECIES Equisetum L.

Kolomiets N.E., Ageeva L.D., Abramets N.Y. 1418

THE STUDY OF THE ELEMENT COMPOSITION OF CLIMACTERIC GATHERING

Poluektova T.V., Kolomiets N.E., Abramets N.Y., Smolyakova I.M., Avdeenko S.N. 1422

Economic sciencesEDUCATIONAL SYSTEM FINANCING BASING ON THE PRINCIPLE
OF KNOWLEDGE IMPLEMENTATION AND USING

Avvakumova A.D. 1426

FINANCIAL PROVISION OF RUSSIAN ELECTRICITY COMPANIES
IN THE CONDITIONS OF THE INDUSTRY'S DEVELOPMENT
PROGRAMS IMPLEMENTATION

Kuznetsov N.V. 1431

CONCEPTUAL SCHEME OF FUNDAMENTAL RESEARCH
(BASED ON THE EXAMPLE OF FORMING THE MIDL
OF SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE NORTH)

Skufina T.P., Baranov S.V. 1439

TO THE QUESTION ABOUT THE DEVELOPMENT OF THE SYSTEM
OF PROFESSIONAL URBAN EDUCATION

Shesterneva N.N., Prihodko A.N. 1444

pedagogical sciencesINFORMATION-PROJECT TRAINING METHOD AS MEANS OF INCREASE
OF SPEECH CULTURE OF FUTURE BUSINESSMEN IN THE COURSE
OF TRAINING (WITH MOODLE SYSTEM USE)

Vinnik V.K., Shishikina A.A. 1450

EVALUATION AND LOGISTICS OF NEW TOOLS IN THE MANAGEMENT
OF THE QUALITY OF EDUCATION

Efremova N.F. 1455

USE CHANNELING FUNDS IMMEDIATE RECOVERY
IN TRAINING FOOTBALL ACTIVITIES

Komarov A.P. 1460

Art CriticismSMALL FORMS IN CREATIVITY OF ADYGSKY COMPOSERS ON THE CYCLE
EXAMPLE «TEN PIANO PRELUDES» FROM D. ANZAROKOV

Tlekhuray Z.M. 1463

Philological sciences
**STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF EPONYMOUS
SPORT TERMS IN RUSSIAN AND ENGLISH**
Bobyreva N.N. 1469

**SYMBOLIC DETAILS AS A WAY OF REPRESENTATION
OF THE IMPLICIT MEANING IN LITERARY TEXT
(THE EXAMPLE OF S. AL-MOGI AND L.S. PETRUSHEVSKAYA)**
Hesham Mohammed Mahmoud, Dina Mohammed Abdu 1473

**LINGUISTIC MEANS OF CREATION
OF WATCH IMAGES IN ADVERTISING DISCOURSE**
Sknarev D.S. 1480

Philosophical sciences
THE PLACE OF TECHNOLOGY IN THE SOCIAL DESIGNING PROCESSES
Antipov A.S. 1485

RULES FOR AUTHORS 1490

УДК 621.982

АЭРОДИНАМИКА РОТОРА ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ ВСТРЕЧНОГО УДАРА

Ахлюстина Н.В., Zubov B.B.

Уральский государственный горный университет, Екатеринбург, e-mail: gmftm@usmga.ru

Рассмотрено влияние воздушного потока на движение материала в роторе измельчителя встречного удара. Показан принцип работы измельчителя встречного удара и как происходит разрушение материала резанием и ударом при вращении двух роторов навстречу друг другу. Представлена гипотетическая картина разрушения частицы материала в роторе измельчителя встречного удара. Приводится графическое решение треугольника скоростей частицы материала шаровидной формы, находящейся между рядами зубьев ротора. Разработано и описано три сценария контакта частицы материала с элементами ротора. Целью исследования считается выявление возможностей оптимизации конструктивных параметров ротора. Показано, что обеспечение тонины помола возможно за счёт формирования аэродинамических характеристик концентрических рядов зубьев по аналогии с центробежными вентиляторами. Намечено направление дальнейшей работы.

Ключевые слова: ротор, встречный удар, измельчение, центробежный вентилятор, воздушный поток

AERODYNAMICS OF THE ROTOR SHREDDER COUNTER

Akhlyustina N.V., Zubov V.V.

Ural state mining University, Yekaterinburg, e-mail: gmftm@usmga.ru

Influence of an air stream on material movement in a rotor of a grinder of counter blow is considered. The principle of work of a grinder of counter blow and as there is a material destruction by cutting and blow at rotation of two rotors towards each other is shown. The hypothetical picture of destruction of a particle of a material in a rotor a grinder of counter blow is presented. The graphic solution of a triangle of speeds of a particle of a material of the spherical form which is between ranks of teeths of a rotor is provided. Three scenarios of contact of a particle of a material with rotor elements are developed and described. The research objective is considered identification of opportunities of optimization of design data of a rotor. It is shown that providing tannins of a grinding probably due to formation of aerodynamic characteristics of concentric ranks of teeths by analogy to centrifugal fans. Planned to the direction of further work.

Keywords: rotor, a counter-attack, the fine grinding, centrifugal fan, air flow

В измельчителе встречного удара [1, 2] происходит разрушение материала резанием и ударом при вращении двух роторов навстречу друг другу. Частота вращения каждого обычно не ниже 3000 об/мин [3]. Ротор измельчителя имеет несколько рядов зубьев, расположенных концентрически. Каждый отдельно взятый ряд зубьев вместе с диском ротора можно уподобить рабочему колесу своеобразного центробежного вентилятора, в котором ударные элементы выступают как лопасти. Воздух входит в каналы между зубьями ряда со стороны внутреннего радиуса через загрузочную воронку и выходит из них на внешнем радиусе, получив окружную составляющую скорости в направлении вращения ряда. Затем воздух попадает в каналы следующего ряда, вращающегося в противоположную сторону. Измельчённый материал выносятся из зоны измельчения воздушным потоком. Алексеев В.В. указывает применительно к турбомашине, что «подкрутка» потока воздуха в направлении, противоположном направлению вращения её рабочего колеса, существенно повышает развиваемое давление [4]. Поэтому каждый ряд элементов не просто передаёт часть энергии воздушному потоку, но и создаёт условия для более эффективной передачи энергии следующим рядом. Поток воздуха оказывает существенное

влияние как на энергопотребление машины, так и на фракционный состав продукта.

Цель данного исследования заключается в выявлении возможностей оптимизации конструктивных параметров ротора с точки зрения аэродинамики центробежных вентиляторов [5]. Для достижения цели следует подробно рассмотреть работу ротора в качестве центробежной турбомашин.

Пусть ротор измельчителя встречного удара содержит три концентрических ряда ударных элементов. Элементы расположены в каждом ряду с определенным шагом; второй ряд размещен между первым и третьим; первый и третий ряды вращаются с угловой скоростью ω_1 по часовой стрелке, а второй – с угловой скоростью ω_2 против часовой стрелки. В дальнейшем ряд ударных элементов будет называться решеткой.

Воздух поступает по оси вращения ротора, поочередно проходит через решетки и выбрасывается в разгрузочную емкость. Таким образом, ротор представляет собой три (по числу решеток) последовательно включенных центробежных вентилятора. Их аэродинамические характеристики в виде графиков зависимостей статического давления p_{st} от расхода Q показаны на рис. 1, а (кривые 1, 2, 3 – характеристики решеток 1, 2, 3 по рис. 1, б соответственно). Форма характеристики вентилятора зависит

от ряда факторов, которые здесь не рассматриваются, поэтому кривые 1–3 построены условно.

Диаметры окружностей, по которым расположены элементы в решетках 2 и 3, больше, чем в решетке 1. Кроме того, в отличие от решетки 1, воздух входит в них с под-

круткой в направлении, противоположном направлению вращения решетки. Данные факторы обуславливают при равных расходах более высокие давления, создаваемые решетками 2, 3, чем решеткой 1. Движение воздуха через каналы между ударными элементами иллюстрируется (рис. 1, б).

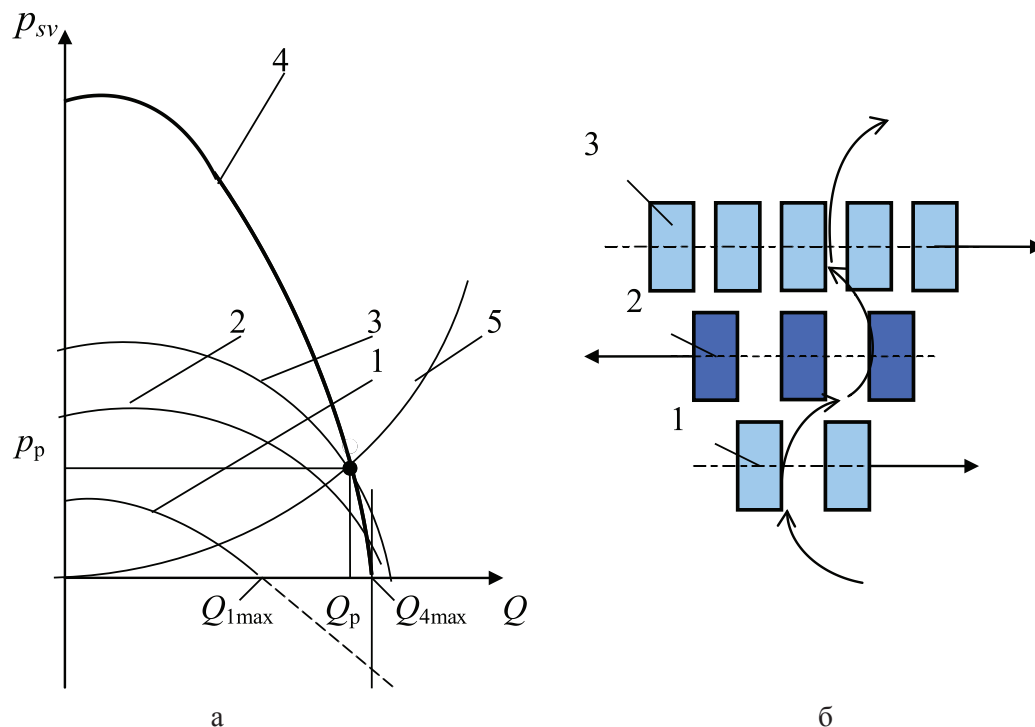


Рис. 1. Работа ротора измельчителя встречного удара в качестве центробежного вентилятора: а – сложение характеристик решеток; б – прохождение воздушного потока через решетки

Результат совместного действия решеток отражен кривой 4 (рис. 1, а), построенной по правилам сложения характеристик последовательно включенных вентиляторов. Другими словами, график 4 – характеристика всего ротора как центробежного вентилятора.

На рис. 1, а построен также график 5, представляющий собой характеристику вентиляционной сети, т.е. зависимость сопротивления сети от расхода. Считается [2], что она описывается уравнением

$$p_c = kQ^m, \quad (1)$$

где k – коэффициент сопротивления сети; m – показатель степени (обычно принимают $m = 2$).

Пересечение кривых 4 и 5 есть рабочая точка (p_p ; Q_p) вентилятора.

Характерные расходы Q_{1max} , Q_{4max} – теоретические значения, соответствующие работе вентиляторов на сеть с нулевым сопротивлением.

Решетка 1 не может самостоятельно создать расход $Q > Q_{1max}$ при неизменной ω_1 , однако для пары решеток 2–3 это возможно. Так, в случае $Q = Q_p$ статическое давление всего ротора будет равно

$$p_p = p_{2p} + p_{3p} - p_{1p}, \quad (2)$$

где p_{2p} , p_{3p} – статические давления потока решеток 2 и 3 для $Q = Q_p$; p_{1p} – значение статического давления потока решетки 1 на продолжении характеристики 1 до $Q = Q_p$ в область отрицательных давлений.

В зоне $Q_{1max} < Q < Q_{4max}$ решетка 1 играет двойную роль. Продолжая подкручивать поток в направлении, противоположном направлению вращения решетки 2, она способствует повышению создаваемого решеткой 2 давления. В то же время она выступает как сопротивление на входе в вентилятор. При $Q = Q_{4max}$ отрицательный перепад давлений на ее входе и выходе становится равным сумме статических давлений решеток 2 и 3, вследствие чего ротор не в состоянии обеспечить расход более Q_{4max} .

О направлениях воздушного потока на входе в решетку и выходе из нее можно судить по треугольникам скоростей, приведенным на рис. 2 и представляющим собой графические решения векторных уравнений:

$$\bar{v}_{11a} = \bar{v}_{11пер} + \bar{v}_{11отн}; \quad (3)$$

$$\bar{v}_{12a} = \bar{v}_{12пер} + \bar{v}_{12отн}; \quad (4)$$

$$\bar{v}_{21a} = \bar{v}_{12a} = \bar{v}_{21пер} + \bar{v}_{21отн}, \quad (5)$$

где $\bar{v}_{11a}, \bar{v}_{21a}$ – абсолютные скорости на входе в решетки 1 и 2; $\bar{v}_{12a}$ – абсолютная скорость на выходе решетки 1; $\bar{v}_{11пер}, \bar{v}_{21пер}$ – переносные скорости на входе в решетки 1 и 2; $\bar{v}_{12пер}$ – переносная скорость на выходе решетки 1; $\bar{v}_{11отн}, \bar{v}_{21отн}$ – относительные скорости на входе в решетки 1 и 2; $\bar{v}_{12отн}$ – относительная скорость на выходе решетки 1.

Величины скоростей:

$$v_{11a} = Q/A_{1вх}; \quad (6)$$

$$v_{12отн} = Q/A_{1вых}; \quad (7)$$

$$v_{11пер} = \omega_1 r_{11}; \quad (8)$$

$$v_{12пер} = \omega_1 r_{12}; \quad (9)$$

$$v_{21пер} = \omega_2 r_{21}, \quad (10)$$

где $A_{1вх}, A_{1вых}$ – суммарные площади каналов на входе и выходе решетки 1; r_{11}, r_{12}, r_{21} – радиусы решеток (рис. 2).

В результате подкрутки потока решеткой 1 воздух входит в решетку 2 под большим углом атаки, равным $90^\circ - \alpha$ (угол α показан на рис. 2). Поэтому в канал решетки 2 без удара о внутреннее ребро ее элемента может попасть частица диаметром не более $D_{\max}$:

$$D_{\max} \leq b_{эф} = b \sin \alpha \approx b \frac{v_{12отн}}{v_{21отн}}, \quad (11)$$

где b – ширина канала решетки 2; $b_{эф}$ – эффективная ширина канала.

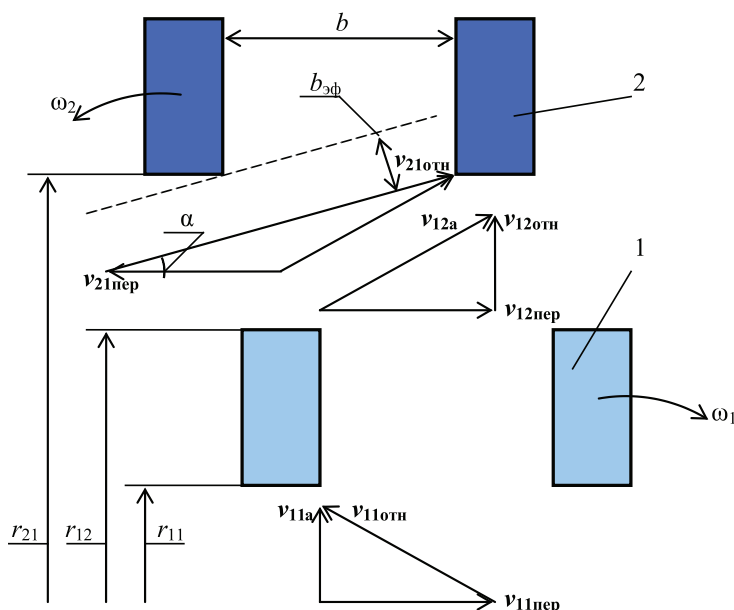


Рис. 2. Треугольники скоростей воздушного потока на входе и выходе решеток

Выражение (11) предоставляет возможность оценить наибольший размер твердой частицы, которую воздушный поток может пронести через решетку 2 без разрушения.

Характерной чертой рабочего процесса в роторе встречного удара является большой разброс размеров частиц продукта измельчения. Наряду с мелкими фракциями (D порядка 10 мкм) в продукте зачастую содержатся значимые объемы с $D = 100$ мкм и более, что вынуждает производить промежуточное просеивание помола с последующим повторным дроблением крупных фракций. Одна из задач совершенствования

конструкции измельчителя состоит в обеспечении заданной тонины помола за счет всемерного уменьшения содержания крупных фракций в продукте.

Изучение ротора как своеобразного центробежного вентилятора позволяет наметить пути решения указанной задачи. Для начала полезно проанализировать простую зависимость (11).

Наибольший диаметр частицы, способной пройти через канал с $b_{эф}$, напрямую зависит от размера b , поэтому уменьшение b , очевидно, приведет к более эффективному измельчению. К сожалению, данный способ

имеет серьезный недостаток: выполнение каналов с шириной $b < 1$ мм связано с технологическими и конструктивными сложностями. Необходимо комплексное использование различных способов.

Эффективная ширина канала связана также с углом α . Напрашивается другой способ (более сложный, но и более интересный), суть которого состоит во всемерном уменьшении α . Здесь важно иметь в виду, что величина $v_{2\text{отн}}$ определяет энергию удара, поэтому изменению не подлежит. Из треугольников скоростей на выходе решетки 1 и на входе решетки 2, а также из (11) видно, что при радиальной ориентации рабочих поверхностей ударных элементов единственная возможность повлиять на величину α состоит в изменении значения составляющей $v_{12\text{отн}}$. Формула (7) указывает на три комбинации варьирования параметров:

- 1) уменьшение Q при неизменной $A_{1\text{вых}}$;
- 2) увеличение $A_{1\text{вых}}$ при неизменном Q ;
- 3) изменение и Q , и $A_{1\text{вых}}$ с соблюдением условий

$$\begin{cases} \frac{A'_{1\text{вых}} - A_{1\text{вых}}}{A_{1\text{вых}}} > \frac{Q' - Q}{Q} \\ A'_{1\text{вых}} > A_{1\text{вых}}; Q' > Q \\ A'_{1\text{вых}} < A_{1\text{вых}}; Q' < Q \\ A'_{1\text{вых}} > A_{1\text{вых}}; Q' < Q, \end{cases} \quad (12)$$

где $A'_{1\text{вых}}$, Q' – измененные значения.

Реализация всех комбинаций представляется на данный момент вполне возможной, однако то, какими средствами ее можно осуществить, требует дополнительного исследования.

Еще один способ снижения $v_{12\text{отн}}$ состоит в смещении рабочей точки в сторону более высоких давлений и меньших расходов путем увеличения коэффициента сопротивления сети k (формула (1)). Характеристика сети становится круче, и значение Q_p вместе с $v_{12\text{отн}}$ уменьшается. Осуществить этот способ целесообразно введением аэродинамического сопротивления на входе в решетку 1, что проще всего достигается загрузкой измельчителя материалом с помощью си-

стемы «емкость – воронка», не сообщаясь с атмосферой непосредственно.

Из приведенных выше рассуждений следует вывод о реализации аэродинамической схемы ротора в виде решёток, из которых внешняя и внутренняя характеризуются низкими производительностями. Таким образом, будет обеспечена максимальная крутизна характеристики ротора-вентилятора при минимальном значении эффективной ширины канала внешней решётки. Дальнейшие исследования будут направлены на разработку соответствующей конструкции ротора.

Список литературы

1. Пат. РФ № 2150323, МПК 7 B02C 13/20, опубл. 10.06.2000. Центробежный измельчитель встречного удара.
2. Справочник по обогащению руд. Подготовительные процессы / под ред. О.С. Богданова и В.А. Олевского. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1982. – 366 с.
3. Сиденко П.М. Измельчение в химической промышленности. – 2-е изд., перераб. – М.: Химия, 1977. – 155 с.
4. Алексеев В.В. Стационарные машины: учебник для вузов. – М.: Недра, 1989. – 187 с. 53–55.
5. Иванов О.П., Мамченко В.О. Аэродинамика и вентиляторы. – М.: Машиностроение, 1986. – 45 с.

References

1. Pat. RF № 2150323, MPK 7 V02S 13/20, opubl. 10.06.2000. Tsentrobezhnyi izmel'chitel' vstrechnogo udara.
2. Spravochnik po obogashcheniyu rud. Podgotovitel'nye protsessy / pod red. O.S. Bogdanova i V.A. Olevskogo. 2-e izd., pererab. i dop. M.: Nedra, 1982. 366 p.
3. Sidenko P.M. Izmel'chenie v khimicheskoi promyshlennosti. Izd. 2-e, pererab. M.: Khimiya, 1977. 155 p.
4. Alekseev V.V. Statsionarnye mashiny. Uchebnik dlya VUZov. M.: Nedra, 1989. 187 p. 53–55.
5. Ivanov O.P., Mamchenko V.O. Aerodinamika i ventilyatory. M.: Mashinostroenie, 1986. 45 p.

Рецензенты:

Герц Э.Ф., д.т.н., профессор, директор института лесопромышленного бизнеса и дорожного строительства, ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет», г. Екатеринбург;

Добычин И.А., д.т.н., профессор, главный научный сотрудник ЗАО НПП «ТОРМО», г. Екатеринбург.

Работа поступила в редакцию 28.07.2014.

УДК 630.383

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Волков В.Н., Бурмистров В.А., Тимохова О.М.

*ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет»,
Ухта, e-mail: chonochka@mail.ru*

В статье приведен анализ условий работы лесозаготовительной техники в районах Республики Коми, по результатам которого можно сделать вывод, что тяжелые погодные условия особенно большое влияние оказывают на эксплуатацию лесных тракторов, оснащенных гидравлическим оборудованием. Помимо функции энергоносителя рабочая жидкость в гидравлической системе обеспечивает смазку трущихся поверхностей гидравлических агрегатов. Для того, чтобы жидкость обеспечивала требуемую надежность и долговечность работы системы, она должна обладать соответствующими эксплуатационными свойствами и удовлетворять предъявленным требованиям. Поэтому для обеспечения нормальных условий эксплуатации гидравлических систем необходимо предусмотреть комплекс мероприятий, позволяющий уменьшить время прогрева системы и обеспечить режим при работе на холостом ходу, а также нормальную работу при различных нагрузочных режимах.

Ключевые слова: гидравлическая система, гидравлическая жидкость, лесозаготовительная техника, надежность, температура, давление

FEATURES WORK HYDRAULIC SYSTEM LOGGING TECHNOLOGY IN OPERATION AT LOW TEMPERATURES

Volkov V.N., Burmistrov V.A., Timokhova O.M.

FGBOU VPO «The Ukhta state technical university», Ukhta, e-mail: chonochka@mail.ru

The article is an analysis of the working conditions of forestry equipment in the areas of the Republic of Коми, the results of which can be concluded that severe weather conditions are particularly great influence on the operation of forestry tractors equipped with hydraulic equipment. In addition to an energy function of the hydraulic fluid in the hydraulic system provides lubrication of the rubbing surfaces of hydraulic power units. In order to provide fluid required reliability and durability of the system, it should have the appropriate performance characteristics and meet your requirements. Therefore, to ensure the normal working conditions of hydraulic systems is necessary to provide a set of measures, which allows to reduce warm-up time of the system and provide mode when idling, and also operate at various load conditions.

Keywords: hydraulic system, hydraulic fluid, forestry equipment, reliability, temperature, pressure

Особенности природных условий Республики Коми заключаются в большей, по сравнению с другими областями Европейского Севера, суровости климата, в наличии вечной мерзлоты, в широкой заболоченности местностей, труднодоступности многих районов из-за слабо развитой системы транспортных связей.

Положение Республики Коми в высоких широтах и на окраине обширного материка обусловило важнейшие особенности климата на территории республики. Продол-

жительность дня изменяется от 0 часов до 18,5 летом на Крайнем Севере и от 6 часов до 18,5 летом на юге.

На климаты отдельных частей республики значительное влияние оказывают горные поднятия Урала, Тиммана и Северных увалов. Но в основном вследствие обширности территории изменения климата на ней подчинены закономерностям широкой зональности. В табл. 1 содержатся средние показатели некоторых климатических параметров на территории Республики Коми.

Таблица 1

Климатические параметры районов

Районы	Широта		Высота над уровн. моря	Средняя температура воздуха (в, °С)			Годовое к-во осадков, мм
	° град.	мин		среднегодов.	января	июля	
Воркутинский	67	03	87	-6,3	-22,4	12,4	456
Печорский	65	76	76	-4,7	-21,2	15,3	540
Ухтинский	62	42	123	-2,9	-20,1	15,5	520

Климат Республики Коми характеризуется продолжительной суровой зимой с преобладанием ясной и безветренной по-

годы, коротким, умеренно теплым дождливым летом, короткой весной и осенью с неустойчивой ветреной погодой, быстрыми

и частыми сменами температур и большим количеством выпадающих осадков. Если за условную границу перехода от зимы к весне и от осени к зиме принять дни со среднесу-

точной температурой -5°C , а от весны к лету и от лета к осени с температурой $+10^{\circ}\text{C}$, то продолжительность сезонов характеризуется следующим количеством дней (табл. 2).

Таблица 2

Продолжительность сезонов

Районы	Продолжительность дней					
	весны	лета	осени	зимы	безморозного периода	отопительного периода
Воркутинский	45	60	45	215	65	290–300
Печорский	45	70	45	205	85	260–280
Ухтинский	45	70	45	205	85	260–280

Среднегодовые температуры для этих районов минусовые: примерно -3°C в Ухтинском и -7°C в Воркутинском районе. Средние многолетние январские температуры в тех же пунктах соответственно равны $-20,1$ и $-22,4^{\circ}\text{C}$. Зарегистрированный абсолютный минимум температур колеблется в этих районах от -30 до -39°C . Первые заморозки приходятся на вторую половину августа, последние – на первую половину

июня. Продолжительность морозного периода составляет не менее 9 месяцев. Средние температуры зимних месяцев характеризуются по отношению к среднеянварской следующими величинами: в марте $25 \pm 5\%$, в апреле $10 \pm 5\%$, в октябре $20 \pm 5\%$, в декабре $30 \pm 5\%$.

Количество выпадающих осадков примерно равномерно распределено по районам, видам осадков и сезонам (табл. 3).

Таблица 3

Количество осадков по республике

Районы	Количество осадков, мм			Снежный покров	
	суммарно в год	летом (дожди)	зимой (снег)	глубиной (см/х)	продолжительность, дней
Воркутинский	456	366–326	9–130	$\frac{60-70}{130-150}$	220–250
Печорский	540	440–390	100–150	$\frac{70-110}{140-200}$	210–250
Ухтинский	520	430–380	80–140	$\frac{60-100}{140-200}$	210–250

Примечание. * – х в числителе средняя, в знаменателе наибольшая.

Тяжелые погодные условия особенно большое влияние оказывают на эксплуатацию лесных тракторов, оснащенных гидравлическим оборудованием. Три четверти парка лесных машин в течение от 7 до 9 месяцев в году эксплуатируются в условиях низких температур, сильных ветров, при сокращенном световом времени суток, при наличии снежного покрова. Основная часть лесозаготовительной техники, оснащенной гидравлическим оборудованием, рассчитана на надежную и эффективную работу при температуре окружающего воздуха не ниже -20°C . При понижении температуры ниже -20°C эксплуатация механизмов усложняется и возникает потребность в их дополнительном оборудовании; а также обязательном обеспечении специальными зимними сортами топлива, смазок и гидравлических жидкостей.

Из анализа условий работы лесозаготовительной техники в районах Республики Коми следует, что все его механизмы и гидравлическая система для сохранения своей работоспособности должны:

– обеспечить возможность запуска и непродолжительного прогрева гидравлической системы, с последующей эффективной работой при температуре до -50°C ;

– гидравлическая система должна быть высоконадежной, т.к. в зимний период возникает сложность устранения отказов в процессе эксплуатации.

В качестве жидкостей для гидросистем в настоящее время используются как продукты из нефти, так и синтетические вещества. Для того, чтобы жидкость обеспечивала требуемую надежность и долговечность работы системы, она должна обладать

соответствующими эксплуатационными свойствами и удовлетворять предъявленным требованиям, а они определяются условиями, в которых жидкость должна работать.

В гидросистемах зарубежных тракторов в большинстве случаев применяются все-сезонные маловязкие масла, срок службы которых обеспечивает нормальную работу гидросистемы в течение всего срока службы трактора 6–8 лет почти без доливок.

Анализ физико-химических свойств гидравлических жидкостей, применяющихся в гидросистемах зарубежной техники, показывает, что они обладают хорошими вязкостно-температурными свойствами. Из отечественных гидравлических жидкостей по своим свойствам наиболее подходит АМГ-10, но при достижении температуры +50–60°C вязкость этого масла резко уменьшается, в результате чего увеличивается утечка, падает КПД насоса, ухудшаются условия смазки трущихся поверхностей.

Для правильного выбора рабочих жидкостей необходимо учитывать их вязкостно-температурную зависимость. Существуют разные мнения о верхней границе вязкости рабочих жидкостей, при которых обеспечивается работоспособность без нарушения смазывающей способности масел и без разрыва сплошности, которая лежит в пределах 2000–5000 сст. Допустимые температурные пределы применения рабочих жидкостей различных марок лежат в широком диапазоне, при этом некоторые масла не удовлетворяют требованиям эксплуатации гидропривода. Например, в инструкциях по обслуживанию машин и в технической литературе рекомендуется использовать в качестве рабочей жидкости при низкой температуре окружающего воздуха трансформаторное масло, однако оно не обладает хорошими смазывающими свойствами, а потому этот недостаток приводит к интенсивному изнашиванию сопрягаемых поверхностей.

Масла АМГ-10, АУП и МГ-20 имеют более высокую очистку и лучшие эксплуатационные качества, поэтому их рекомендуют как основные масла при эксплуатации в условиях низких температур. Но АМГ-10, АМГ, МГ-20 дефицитны и имеют высокую стоимость, в силу этого для гидроприводов тракторов они фактически применяются редко.

Наиболее часто применяются дешевые индустриальные масла ИС-12, ДП-8 и ДС-8, которые при низких температурах окружающего воздуха (–20...–30°C) имеют вязкость, превышающую 5000 сст.

Как известно, в гидравлической системе рабочая жидкость, кроме функции энергоносителя, обеспечивает также смаз-

ку трущихся поверхностей гидравлических агрегатов. Поэтому к ней предъявляются требования, чтобы обеспечить на поверхности трущихся деталей прочные и устойчивые масляные пленки, исключающие возникновение сухого трения.

Однако сохранить первоначальные механические и физические свойства рабочих жидкостей при эксплуатации в условиях отрицательных температур практически не удастся. Вопрос о том, какую вязкость масла следует выбирать, не может быть решен однозначно. Необходимо принимать во внимание большое число факторов. Одним из них является оценка пригодности масла для зимних условий работы гидропривода. Эталон здесь обычно служит температура застывания. Однако следует иметь в виду, что данный показатель весьма условен. Установленная ГОСТом температура застывания не является показателем текучести масла. При прокачивании по системам и каналам механизмов масло теряет текучесть при температуре на 8–12°C выше температуры застывания, особенно это показательно в каналах малого диаметра (обычно 10–16 мм). Нижний температурный предел работоспособности масел, применяемых в гидросистемах, согласно работе Т.М. Башта должен быть на (10–17°C) выше температуры застывания. Однако при этом не оговаривается, каким должно быть при этом максимально допустимое давление в системе [1].

При выборе масла для зимних условий необходимо учитывать, что на прокачиваемость масла влияют не только рабочее давление, создаваемое насосом, а и общее гидравлическое сопротивление в трубопроводах и узлах гидросистемы.

По данным [4] при увеличении давления до 100 кгс/см² вязкость минеральных масел увеличивается на 13–18%. Влияние температуры на вязкость масла можно определить, воспользовавшись уравнением

$$V_t \cdot t^n = V^{50} \cdot 50^n = \text{const}, \quad (1)$$

где V_t – коэффициент кинематической вязкости; n – коэффициент, учитывающий вид жидкости; t – температура рабочей жидкости.

Данная формула пригодна для температурного предела с температурой +50...+100°C.

Как известно, минеральные масла при низких температурах обладают рядом особенностей. При низких температурах течение минеральных масел может не подчиняться законам Ньютона, т.е. возникают аномальные вязкости, и такие жидкости можно назвать неньютоновскими.

Для ньютоновских жидкостей график зависимости скорости сдвига от направления сдвига проходит через начало

координат, т.е. деформации в жидкости наступают даже при бесконечно малых напряжениях. На основании закона Ньютона касательное напряжение τ_c равно

$$\tau_c = \mu \frac{aV}{a\dot{\gamma}}, \quad (2)$$

где μ – коэффициент динамической вязкости; $\dot{\gamma}$ – радиус трубопровода; V – скорость.

При аномальном течении неньютоновских жидкостей, которые могут появиться при температурах, близких к температуре застывания, они могут двигаться только после того, как касательные напряжения мо-

гут больше предельного напряжения сдвига. В этом случае в формулу, выражающую зависимость касательного напряжения, необходимо включить предельное напряжение сдвига τ_0 .

$$\tau_c = \tau_0 + \mu \frac{dV}{a\dot{\gamma}}. \quad (3)$$

Изменение реологических особенностей свойств жидкости при низких температурах значительно усложняет аналитическое исследование законов течения жидкостей по трубам, к ним нельзя применять обычные формулы гидродинамики.

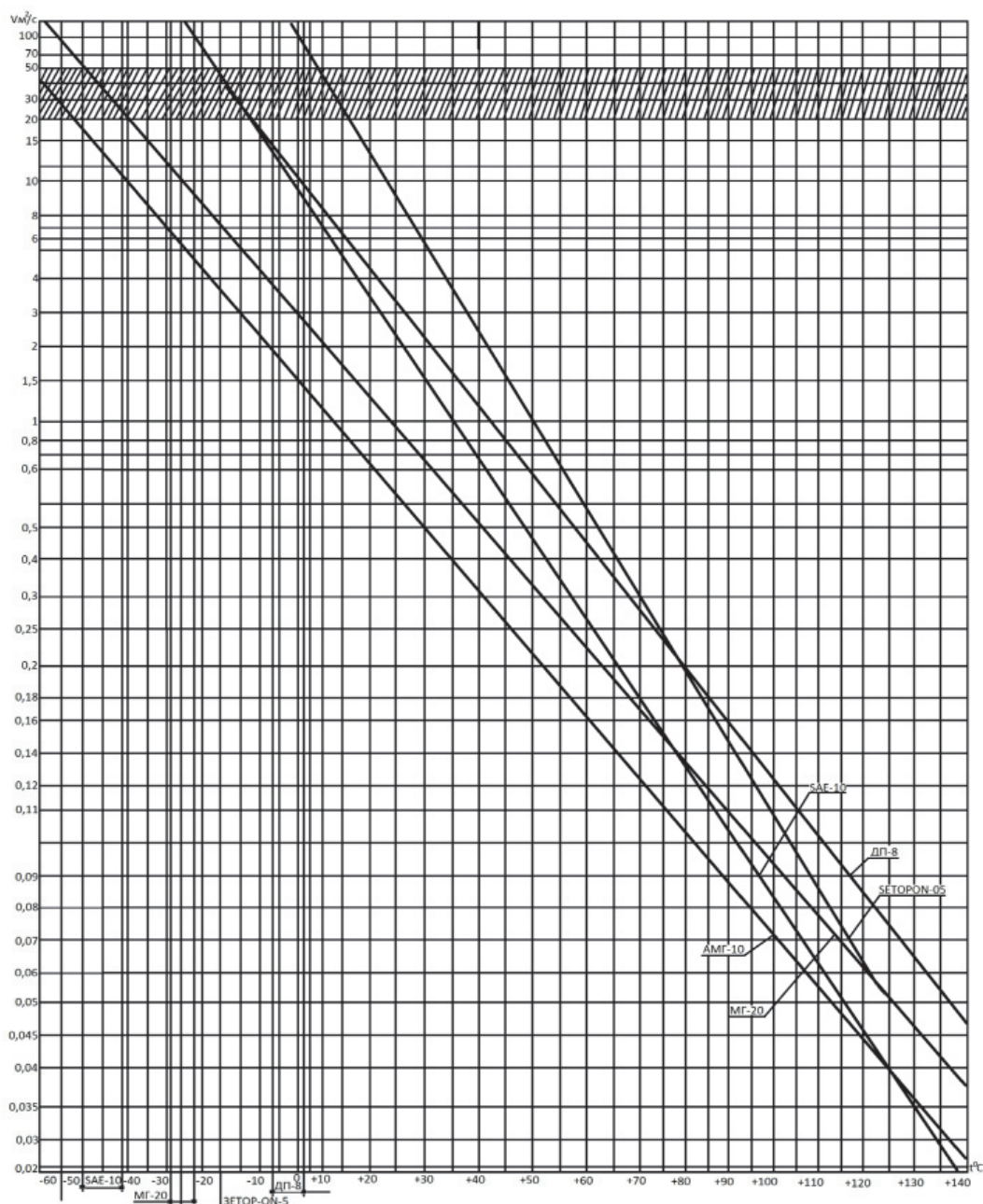


График изменения вязкости минеральных масел в зависимости от температуры

Для обеспечения нормальных условий эксплуатации гидравлических систем необходимо предусмотреть комплекс мероприятий, позволяющий уменьшить время прогрева системы и обеспечить режим при работе на холостом ходу, а также нормальную работу при различных нагрузочных режимах.

Список литературы

1. Башта Т.Н. Объемные насосы и гидравлические двигатели гидросистем. – М.: Машиностроение, 1974. – 258 с.
2. Беленков Ю.А. Надежность объемных гидроприводов и их элементов. – М.: Машиностроение, 1977. – 166 с.
3. Бурмистров В.А., Павлов А.И.. Исследование влияния отрицательных температур на изменение показателей гидравлических систем. Сборник научных трудов: материалы научно-технической конференции (17–20 апреля 2012 г.): в 3 ч.; ч. II / под ред. Н.Д. Цадаева. – Ухта: УГТУ, 2012. – С. 119–123.
4. Волков В.Н. Исследование работы гидравлических систем тракторов в условиях эксплуатации их при низких температурах в районах Коми АССР / В.Н. Волков, Г.П. Дроздовский, В.П. Подошников. – Коми филиал АН СССР: Сыктывкар, 1977.
5. Кубарев А.И. Надежность в машиностроении. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 224 с.

References

1. Basta T.N. displacement pumps and hydraulic motors, hydraulic. M.: Mechanical Engineering, 1974. 258 p.
2. Belenkov Yu.A. Reliability Hydrostatic transmissions and their components. M.: Mechanical Engineering, 1977. 166 p.
3. Burmistrov V.A., Pavlov A.I. Study the influence of negative temperatures change indicators hydraulic systems. Collection of scientific papers: Materials Science and Engineering Conference (17–20 April 2012): 3 hours; h II / ed. N.D. Tskhadaya. Ukhta: UGTU, 2012. pp. 119–123.
4. Volkov V.N. Investigation of hydraulic systems of tractors in their operating conditions at low temperatures in areas of the Komi ASSR / V.N. Volkov, G.P. Drozdowski, V.P. Podoplelov. Komi Branch of the USSR: Syktyvkar, 1977.
5. Kubarev A.I. Reliability Engineering. M.: Publishing House. Standards, 1989. 224 p.

Рецензенты:

Сушков С.И., д.т.н., профессор кафедры технологии и машин лесозаготовок, ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет», г. Ухта;

Скрыпников А.В., д.т.н., профессор кафедры лесных, деревообрабатывающих машин и материаловедения, ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет», г. Ухта.

Работа поступила в редакцию 28.07.2014.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**Запорожцев А.В.***ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»,
Нижний Новгород, e-mail: zaporozhcev10@mail.ru*

Разработана методика моделирования объектных моделей сложных технических систем. Методика основана на классификации технических систем. Рассмотрены существующие системы классификации по виду, по составу технических систем. Сделан вывод о том, что существующих систем классификации недостаточно для построения методики моделирования сложных технических систем. Предложена классификация технических систем по структуре ее элементов, включающая три типа структур: парковая, сетевая и линейная. Рассмотрена методика построения объектной модели технических систем, имеющих сетевую и линейную структуру. Методика построения объектных моделей позволяет учитывать особенности инфраструктуры функционирования технической системы, взаимосвязь комплексов технических систем, а также структуру того оборудования, которое используется в комплексах технических систем.

Ключевые слова: техническая система, классификация технических систем, структура технической системы

MODELING TECHNICAL SYSTEMS**Zaporozhtsev A.V.***Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev, Nizhny Novgorod,
e-mail: zaporozhcev10@mail.ru*

Developed a technique for modeling object models of complex technical systems. The technique is based on the classification of technical systems. The existing system of classification by type composition of the technical systems. Concluded that the existing classification systems is not enough to build a method of modeling of complex technical systems. The classification of technical systems on the structure of its elements, including three types of structures: park, network and the linear structure. The method of construction of the object model of technical systems with network and linear structure. The method of constructing object models allows to take into account the technical characteristics of functioning infrastructure system, the relationship of complexes of systems, as well as the structure of the equipment that is used in the complexes of technical systems.

Keywords: technical system, classification of technical systems, the structure of technical systems

В задачах проектирования систем автоматизации управления организационно-техническими системами (ОТС) важное место занимает задача моделирования технической части таких систем. Разнообразие видов технической составляющей ОТС, сложность ее структуры требует разработки общих подходов к моделированию технических систем.

Формулировка термина техническая система (ТС) зависит от поставленной задачи [2, 5]. Базовым элементом систем автоматизации управления ОТС является информационная среда, в которой содержатся сведения о структуре технической системы. Поэтому при моделировании технических систем для решения задач автоматизации ОТС можно ограничиться следующим определением: «Техническая система это взаимосвязанная совокупность технических объектов, предназначенная для выполнения определенных функций». Здесь технический объект это любое изделие (элемент, устройство, подсистема, функциональная единица или система), которое можно рассматривать в отдельности [1].

Классификация технических систем

Разработку моделей технических систем целесообразно подчинить набору

правил, что позволит упорядочить процесс создания модели и повысить качество моделирования. Важнейшим из таких правил является использование классификация технических систем как основы построения модели технической системы. Наличие классификации технических систем позволяет идентифицировать вид структуры сложной технической системы, что позволяет провести декомпозицию системы в соответствии с типовой структурой.

Классификация с точки зрения состава технических систем

Рассмотрим существующие системы классификации технических систем. Все технические объекты, которые производятся на предприятиях, имеют классификационные признаки в соответствии с Единой системой классификации и кодирования технико-экономической и социальной информации (ЕСКК) [4]. Основной целью классификации в системе ЕСКК является упорядочение информации об объектах, что обеспечивает совместное использование этой информации различными субъектами. Из классификаторов, представленных в ЕСКК, для задачи моделирования технических систем наибольшее значение имеет

общероссийский классификатор продукции (ОКП) [3], который содержит перечень кодов и наименований иерархически классифицированных групп видов продукции.

Для задачи моделирования структуры технической системы наибольший интерес представляет классификация по уровню сложности технической системы [5]. Выделены следующие уровни сложности:

I. Конструктивный элемент, деталь машины.

II. Узел, механизм.

III. Машина, прибор, аппарат.

IV. Установка, предприятие, промышленный комплекс.

При разработке классификации технических систем необходимо учитывать принципы разделения изделий на части, которые приняты в Единой системе конструкторской документации. ГОСТ 2.101-68 «Виды изделий» определяет изделие как предмет или набор предметов, изготавливаемых на предприятии, и делит изделия на следующие виды:

- Детали – изделия, не имеющие составных частей.

- Сборочные единицы — изделия, состоящие из нескольких частей.

- Комплексы — два или более изделия предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций.

Сравнивая классификации по уровню сложности и по видам изделий, можно сделать следующие выводы:

- Обе классификации выделяют в качестве простейшего объекта деталь.

- Понятие сборочная единица соответствует как понятию узел, так и понятию машина (прибор, аппарат).

- Понятия промышленный комплекс (установка) и комплекс как вид изделия отражают одинаковое свойство – объединение частей в единое целое.

Объединяя классификацию по уровню сложности, видам изделий и по видам продукции, введем следующие элементы классификации по составу технической системы:

- Техническая система это совокупность технических объектов, выполняющих определенную функцию, соответствующую цели ее создания.

- Оборудование – изделие, представляющее собой продукцию.

- Узел – часть изделия, собираемая по сборочному чертежу.

- Деталь – часть оборудования или узла, выполненная из однородного материала, изготавливаемая по детальному чертежу.

- Комплекс оборудования – два и более оборудования, предназначенных для выполнения общих функций.

Узел и деталь являются элементами оборудования, а комплекс – это объединение оборудования. Объединение оборудования в комплексы может разделяться по уровням объединения – комплекс верхнего, среднего и нижнего уровня.



Рис. 1. Иерархическая структура технической системы

Классификация с точки зрения структуры технической системы

Техническая система как составная часть организационно-технической системы может быть отнесена к одному из следующих структурных представлений:

- Спичечная (парковая) структура однородных объектов, между которыми отсутствует взаимодействие. Каждый объект выполняет свою функцию.

- Сетевая структура технической системы – совокупность технических объектов, между которыми есть взаимодействие. Для такого типа структуры необходимо описание не только самих технических объектов, но и описание элементов инженерной сети, через которую происходит взаимодействие технических объектов;

- Структура линейной технической системы.

Примерами парковой структуры являются автопарк или парк оборудования предприятия. Примером сетевой структуры являются система теплоснабжения города, включающая центральную тепловую станцию (ЦТС), совокупность тепловых пунктов (ТП) и тепловые сети для передачи теплоносителя от ЦТС к ТП и от них к жилым домам.

Примером структуры линейной технической системы является железнодорожный путь, который формируется рядом локальных и линейных инженерных сооружений – верхним строением пути, состоящим из рельсов, шпал, креплений и балласта, и искусственными сооружениями.

Сетевая структура технической системы отличается от парковой структуры наличием сетевой компоненты, обеспечивающей взаимосвязь элементов. Это позволяет рассматривать парковую структуру является частным случаем сетевой структуры.

Моделирование структуры технических систем

Задачей моделирования структуры технической системы является отображение структурных свойств технической системы, описание отдельных ее подсистем и элементов. В зависимости от целей проекта автоматизации одна и та же техническая система будет представлена разными моделями. Отличие моделей технической системы будет заключаться в полноте и детальности описания структурных свойств технической системы. Полнота описания ТС определяется той частью комплекса технических объектов, которая будет учтена в модели ТС. Детальность описания ТС определяется тем уровнем иерархии, вплоть до которого будут учтены элементы ТС.

Объектная модель технической системы

Базовой моделью технической системы является ее объектная модель. Объектная модель ТС технической системы отображает ее структуру и должна отвечать на вопрос: «Из каких частей состоит каждый элемент технической системы?». Использование принципа деления целого на части определяет иерархический характер объектной модели технической системы.

Рассмотрим проблемы построения объектной модели для сетевой и линейной технической системы.

Объектная модель сетевой технической системы

Построение объектной модели основано на анализе следующей технической документации:

- Схема расположения комплексов технической системы и экспликации к ней.

- Эксплуатационная документация на каждый вид оборудования, используемый в технической системе.

- Техническая документация на сетевой комплекс.

Схема расположения позволяет определить положение элементов технической системы по отношению к элементам инфраструктуры функционирования технической системы. Для технической системы, расположенной в черте города, положение объектов указывают по отношению к улицам и домам. Для технической системы, расположенной на промышленном предприятии, положение объектов указывают по отношению к номеру цеха и номеру ячейки в данном цехе, которые образованы опорными колоннами. Могут быть использованы и другие способы указания положения объектов по отношению к элементам инфраструктуры функционирования ТС. На схеме расположения указываются комплексы технической системы, элементы сети, обеспечивающие взаимодействие комплексов и элементы инфраструктуры функционирования технической системы. Пример схемы расположения дан на рис. 2. На схеме представлена техническая система, состоящая из 4-х комплексов технических средств (КТС 1, 2, 3, 4), и физическая сеть, объединяющая КТС в единую систему. Сетка {A, B, C, D; 1, 2, 3, 4} служит для позиционирования элементов технической системы в системе функционирования технической системы.

На основе анализа модели уровня технической системы необходимо выделить:

- Виды комплексов технической системы.
- Виды элементов инженерных сетей.

Виды комплексов технических систем определяются по критерию одинаковой вну-

тренней структуры. Для каждого вида комплекса технической системы необходимо построить свою модель, в которой отобра-

жаются комплексы технической системы нижнего уровня и те виды оборудования, которые используются в данном комплексе.

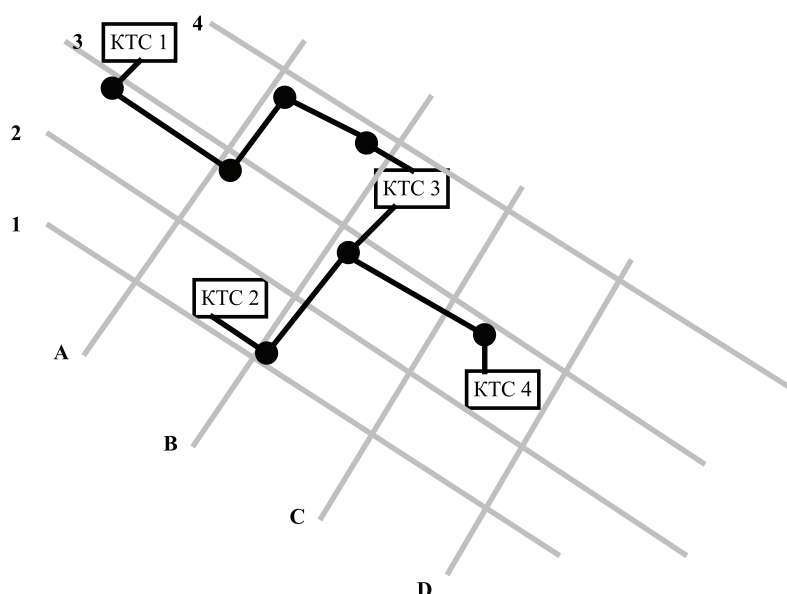


Рис. 2. Схема расположения комплексов технической системы

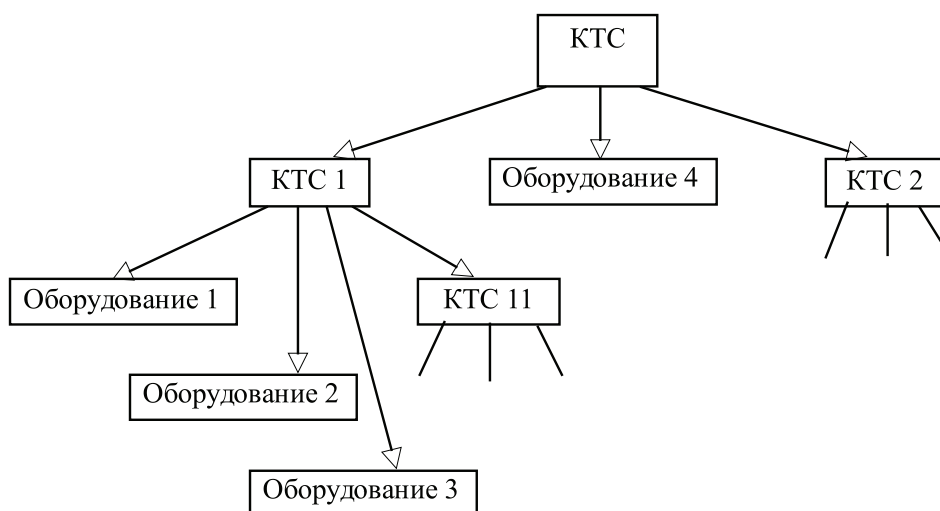


Рис. 3. Объектная модель комплекса технической системы

Так как каждый вид оборудования имеет свою внутреннюю структуру, то для каждого вида оборудования необходимо построить свою модель, в которой это оборудование разделено на узлы и детали.

Завершающим этапом разработки модели сетевой технической системы является разработка модели инженерных сетей. На этапе анализа схемы расположения технической системы и экспликации к ней необходимо выделить виды технических объектов, которые использованы для построения

инженерной сети ТС. Рассмотрим модель инженерной сети на примере трубопроводной сети, основные элементы которой представлены на схеме.

Отличительной особенностью трубопроводной сети, является то, что часть ее элементов (трубы, соединительные элементы) изготавливаются по монтажной схеме, а часть (арматура) является определенным видом оборудования. Однако в большинстве случаев, разрабатывать модель внутренней структуры арматуры не требуется.

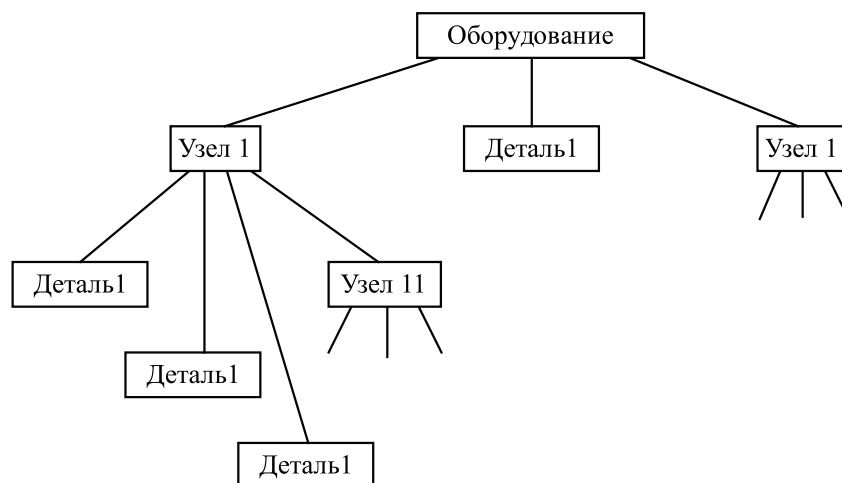


Рис. 4. Объектная модель оборудования

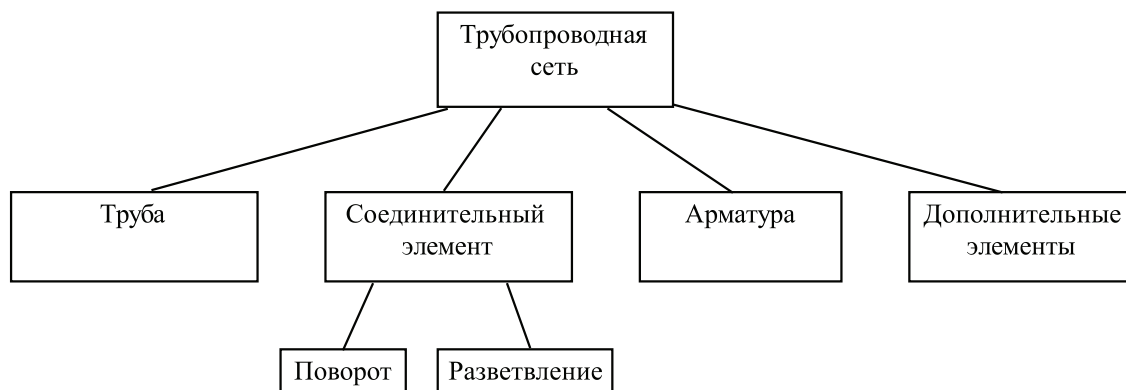


Рис. 5. Объектная модель сетевой структуры технической системы

Объектная модель линейной технической системы

Особенностью линейной технической системы является использование технических объектов для формирования инфраструктуры. Рассмотрим проблемы создания объектной модели распределенной технической системы на примере железнодорожного пути.

Железнодорожный путь – сложный комплекс линейных и сосредоточенных инженерных сооружений и обустройств, расположенных в полосе отвода. Основным элементом железнодорожного пути является рельсовая колея, которая образована из рельсов, шпал, креплений и других элементов, которые вместе составляют верхнее строение пути. Верхнее строение пути укладывают на земляное полотно. В местах пересечения железнодорожного пути с реками, оврагами и другими препятствиями верхнее строение пути укладывается на искусственные сооружения. К важным устройствам железнодорожного пути относят стрелочные переводы, так как вся

сложная структура железнодорожных путей основана на их разделении (соединении), которое происходит в стрелочном переводе.

Технической системой является совокупность железнодорожных путей, представляющих единое целое – инфраструктурную часть железной дороги как целостную часть организационно-технической системы. В действительности в инфраструктурную часть железной дороги кроме железнодорожного пути входят и устройства электроэнергетики, сигнализации и связи. Однако структурообразующим элементом инфраструктуры железной дороги является железнодорожный путь.

С геометрической точки зрения железнодорожный путь представляет собой сеть, состоящую из узлов и дуг. Дугами являются участки железнодорожного пути между двумя узлами. Узлами являются объекты, соединяющие несколько участков железнодорожного пути.

Схема расположения железнодорожных путей представляет собой совокупность узлов и дуг, каждый из которых имеет уникальное имя.

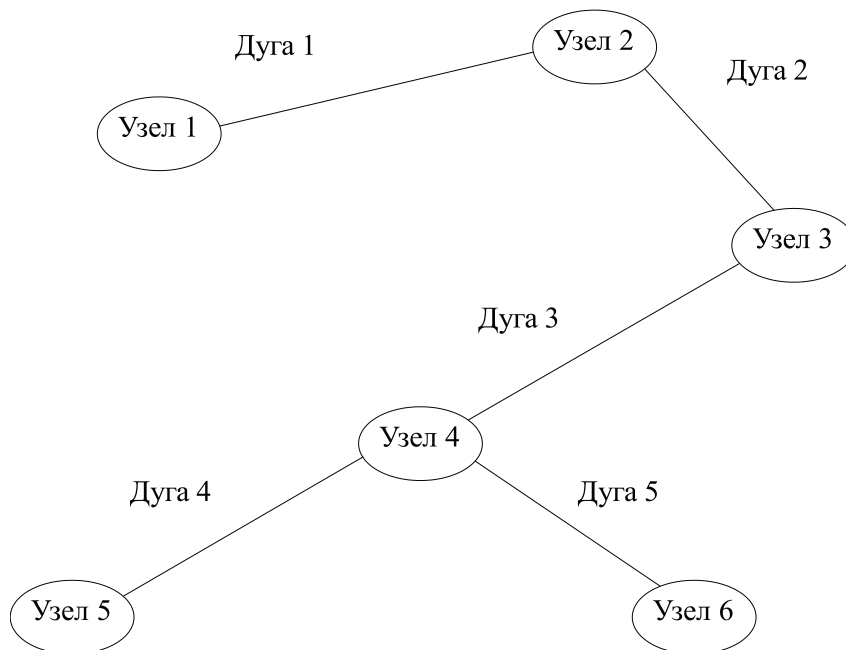


Рис. 6. Схема расположения объектов линейной технической системы

Для представления элементов линейной технической системы необходимо представить иерархическую структуру объектов, которая в совокупности образует эту систе-

му. Если ограничиваться только основными элементами, то модель инфраструктурной части железной дороги может быть представлена на следующей схеме (рис. 7).

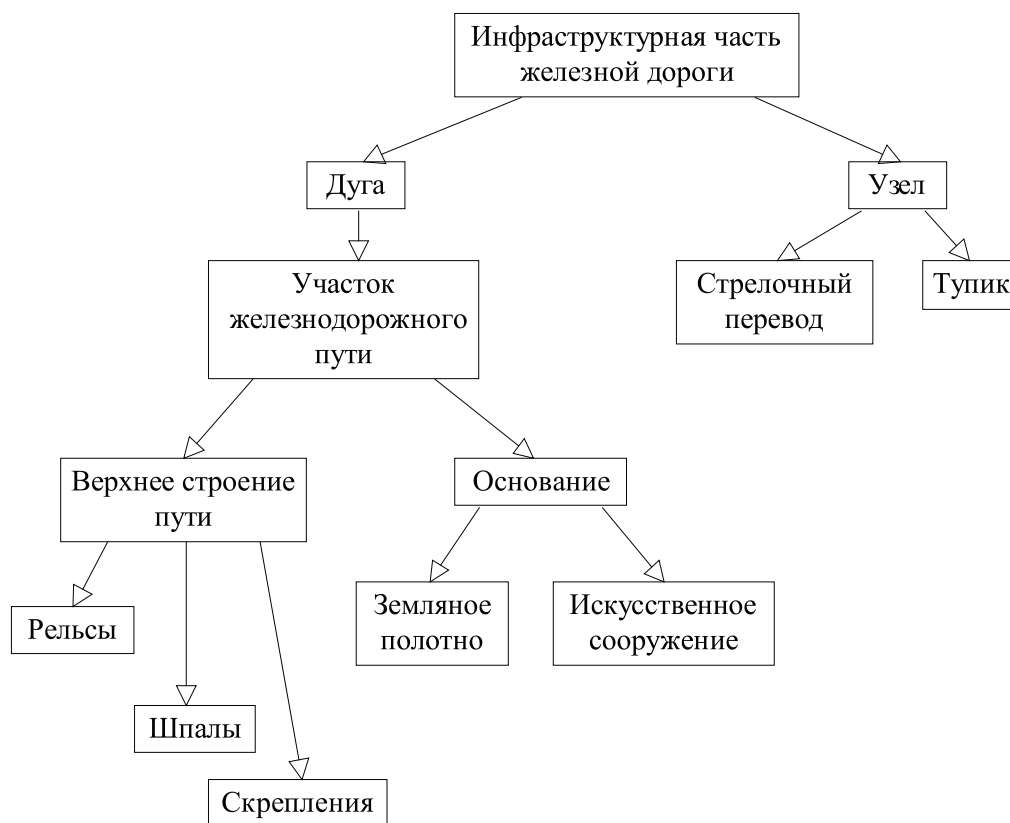


Рис. 7. Модель объектов железной дороги

Рельсы, шпалы, крепления являются изделиями (детальями), которые собираются на специализированных предприятиях в технологические комплексы, которые затем укладываются в железнодорожный путь. Такими комплексами могут быть: рельсошпальная решетка, в которой с помощью креплений соединены два рельса и необходимое число шпал; рельсовая плеть – сваренные воедино несколько рельсов. Элементы стрелочных переводов также изготавливаются на предприятиях как детали и собираются в единый технический объект в месте установки. Искусственные сооружения представляют собой сложные инженерные сооружения, которые строятся по специальным проектам. Модель искусственного сооружения разрабатывается по тем же правилам, что и модель оборудования.

Заключение

Технические системы часто имеют сложную структуру, что требует структурного подхода к их моделированию. Моделирование технических систем должно основываться на типизации технических систем и на анализе структурных свойств как технической системы в целом, так и ее отдельных элементов. Центральным элементом модели технической системы является оборудование как изделие, которое производится на предприятии.

Список литературы

1. ГОСТ 27.001-95 Система стандартов «Надежность в технике».

2. Кириллов Н.П. Признаки класса и определение понятия «технические системы» // Авиакосмическое приборостроение. – 2009. – № 8.

3. ОК 005-93 Общероссийский классификатор продукции.

4. ПР 50.1.019-2000 Основные положения единой системы классификации и кодирования технико-экономической и социальной информации и унифицированных систем документации в Российской Федерации.

5. Хубка В. Теория технических систем. – М.: Мир, 1987. – 202 с.

References

1. GOST 27.001-95 System Standards «Reliability Engineering»

2. Kirillov N.P. Signs of the class and the definition of «technical system». Aerospace Instrument, no. 8, 2009.

3. OK 005-93 National Classification of products.

4. PR 50.1.019-2000 Main provisions of the unified system of classification and coding of technical, economic and social information and standardized documentation systems in the Russian Federation.

5. Hubka V. Theory of technical systems. M.: Mir, 1987. 202 p.

Рецензенты:

Панов А.Ю., д.т.н., заведующий кафедрой «Теоретическая и прикладная механика», ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», г. Нижний Новгород;

Федосенко Ю.С., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой Информатика, системы управления и телекоммуникации», ФГБОУ ВПО «Волжская государственная академия водного транспорта», г. Нижний Новгород.

Работа поступила в редакцию 28.07.2014.

УДК 004.891.2

ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИСХОДА ОСТРОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ ПОЧЕК

¹Карякина О.Е., ²Карякин А.А., ²Мартынова Н.А.

¹ ФГАОУ ВПО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова»,
Архангельск, e-mail: novogil@mail.ru;

² ГБОУ ВПО «Северный государственный медицинский университет»,
Архангельск, e-mail: biophyzica@gmail.com, mativala@mail.ru

В статье представлены результаты построения прогностической реанимационной шкалы для пациентов с острым повреждением почек с использованием методов многомерной статистической обработки и логистического регрессионного анализа, которая является основой для создания автоматизированного программного модуля прогнозирования исхода заболевания. В основу программного модуля заложены следующие факторы риска неблагоприятного исхода при остром повреждении почек: возраст старше 60 лет, мужской пол, основной диагноз, наличие сепсиса, изменения лабораторных показателей (концентрация калия, натрия, количество тромбоцитов), положительный гидробаланс в первые сутки начала терапии, редукция темпа диуреза в течение 48 ч (олигоанурия). Программный модуль позволит врачу отделения интенсивной терапии сформировать объективизированную оценку тяжести состояния пациента с острым повреждением почек на основе расчета вероятности риска неблагоприятного исхода.

Ключевые слова: острое повреждение почек, математическая модель, программный модуль

PROGRAM MODULE FOR PREDICTING THE OUTCOME OF ACUTE KIDNEY INJURY

¹Karyakina O.E., ²Karyakin A.A., ²Martynova N.A.

¹ FSAEI HVE «Northern (Arctic) Federal University», Arkhangelsk, e-mail: novogil@mail.ru;

²SBEI HVE «Northern State Medical University», Arkhangelsk,
e-mail: biophyzica@gmail.com, mativala@mail.ru

The article presents the results of constructing predictive scale resuscitation for patients with acute kidney injury using the methods of multivariate statistical processing and logistic regression analysis, which is the basis for creating automated software module predicting disease outcome. The basis of the software module based on the following risk factors for adverse outcome in acute kidney injury: age older than 60 years, male gender, primary diagnosis, presence of sepsis, changes in laboratory parameters (concentration of potassium, sodium, platelet count), hydro positive start on the first day of therapy, the reduction rate of urine output for 48 hours (oliguria). The software module will enable the physician ICU form objectify evaluation of the severity of the patient with acute renal damage by calculating the probability of the risk of adverse outcome.

Keywords: acute kidney injury, mathematical model, program module

Острое повреждение почек (ОПП) — широко распространенное и потенциально опасное критическое состояние, с которым может столкнуться врач практически любой специальности. К сожалению, большинство вопросов, касающихся диагностики и, в особенности, лечения ОПП, остаются нерешенными. Частота ОПП составляет от 5 до 15% от числа всех госпитализированных, при этом, несмотря на широкое внедрение заместительной почечной терапии в клиническую практику, летальность при ОПП даже в ведущих клиниках мира сохраняется на уровне 25–75%, не снижаясь в течение последних десятилетий [2, 5].

Наиболее часто используемые шкалы оценки тяжести состояния и прогноза летального исхода в реанимационных отделениях (SAPS II, APACHE II, III) показывают недостаточную эффективность и точность при изолированном применении, они не чувствительны для индивидуального прогноза, основываются на физиологических

показателях только при поступлении, не учитывают смертность, связанную с присоединением внутрибольничной инфекции и других осложнений при длительном нахождении в реанимационном отделении [1, 3].

Разработанные шкалы для оценки тяжести больных с ОПП, к сожалению, основаны на устаревших критериях диагностики почечной дисфункции. Современные диагностические критерии ОПП, например, AKIN и KDIGO, становятся все менее «жесткими» [6]. Учитывая вышеизложенное, объективная оценка тяжести состояния пациента при ОПП и оперативное определение риска вероятности неблагоприятного исхода представляют определенные сложности.

Исходя из этого, целью настоящей работы была разработка прогностической реанимационной шкалы для создания программного модуля, обеспечивающего объективизированную оценку тяжести состояния пациентов с ОПП.

Материалы и методы исследования

Для построения модели прогностической шкалы проведено одномоментное ретроспективное исследование, в ходе которого были проанализированы истории болезни 284 пациентов в возрасте от 20 до 93 лет с ОПП, находившихся на лечении в отделении анестезиологии, реанимации и интенсивной терапии Первой городской клинической больницы им. Е.Е. Волосевич г. Архангельска в 2011 г.

Совокупность показателей включала в себя следующие сведения: демографические (возраст, пол), эпидемиологические (основное заболевание, осложнения основного, сопутствующие заболевания, длительность госпитализации), методы интенсивной терапии (хирургическое вмешательство, искусственная вентиляция легких, инотропная и/или вазопрессорная поддержки, проведение заместительной почечной терапии, лабораторные данные (концентрация креатинина, мочевины, белка и альбумина, калия и натрия, количество лейкоцитов и тромбоцитов, концентрация гемоглобина в первые трое суток нахождения в отделении), гидробаланс. Прогноз оценивался в отношении первичного исхода – выживаемости в период нахождения в отделении интенсивной терапии. Критерии включения соответствовали международным рекомендациям AKIN [4]: возраст старше 18 лет включительно; концентрация креатинина более 120 мкмоль/л и/или нарастание креатинина более чем в 1,5 раза; и/или снижение темпа диуреза до олигоанурии ($< 0,5$ мл/кг/час в течение более чем 6 часов) в течение первых трех суток с момента поступления в отделение интенсивной терапии. Единственным критерием исключения было наличие указаний на хроническую болезнь почек.

Среди пролеченных пациентов мужчин – $(60,4 \pm 2,9)\%$, женщин – $(39,6 \pm 2,4)\%$. Статистический анализ показал, что среди всех пролеченных пациентов выжило – $(64,8 \pm 3,2)\%$, умерло – $(35,2 \pm 2,1)\%$. Было установлено, что наибольшую долю составляют пациенты, находящиеся в возрастной категории от 61–80 лет – $(42,6 \pm 1,8)\%$. Особое значение имеет ОПП, осложненное различными сопутствующими заболеваниями. Наибольшую долю составила группа пациентов с заболеваниями желудочно-кишечного тракта $(27,0 \pm 2,6)\%$, $(12,3 \pm 1,9)\%$ – с сосудистыми, $(11,2 \pm 1,9)\%$ – с уронефрологическими заболеваниями. Было установлено, что среди умерших пациентов больше всего оказалось больных с неинфекционной причиной ОПП – $(68,0 \pm 1,7)\%$, из которых наибольшую долю составили пациенты с сосудистыми заболеваниями – $(62,9 \pm 2,2)\%$.

Статистический анализ результатов исследования проведен с использованием пакета прикладных программ «Microsoft Excel 2003» (США) и «Statistica 7.0» (США). Вычислялась одномерная описательная статистика для каждого из анализируемых показателей, проверка законов распределения выполнялась с использованием статистического критерия Пирсона. Сравнение двух разных групп по количественным признакам проводилось с использованием t-критерия Стьюдента, U-критерия Манна – Уитни. С целью анализа категориальных переменных и изучения частоты совместного появления наблюдений при различных градациях рассматриваемых показателей осуществляли построение таблиц кросстабуляции. Сравнение двух разных групп по качественным признакам проводилось с использованием

статистического критерия χ^2 -Пирсона. Для разработки математической модели прогнозирования вероятности риска наступления неблагоприятного исхода количественную оценку информативности признаков осуществляли с использованием статистического метода Шеннона.

Информативность j -го признака рассчитывали следующим образом по формуле (1):

$$КИ_j = 1 + \sum_{i=1}^G \left(P_i \cdot \sum_{k=1}^K P_{i,k} \cdot \log_K P_{i,k} \right), \quad (1)$$

где G – количество градаций признака; K – количество классов; P_i – вероятность i -й градации признака; $P_{i,k}$ – вероятность появления i -й градации признака в K -м классе.

Оценка вероятности наступления неблагоприятного исхода у пациента осуществлялась путем построения логистической регрессионной модели. Коэффициенты уравнения логистической регрессии определяли методом максимального правдоподобия. Значимость логистической регрессионной модели оценивали с помощью χ^2 -критерия, также производили анализ соответствия распределения остатков нормальному закону. Критический уровень значимости (p) принимался равным 0,05.

Для создания автоматизированного программного модуля прогнозирования исхода острого повреждения почек использовали язык программирования C# в среде визуального проектирования Microsoft Visual Studio 2013 по лицензии C(A)ФУ имени М.В. Ломоносова – MICROSOFT MSDN AA (MICROSOFT DREAMSPARK STANDART), идентификатор подписчика – 1204002043.

Результаты исследования и их обсуждение

Процесс создания модели прогностической шкалы включал в себя несколько этапов. Предварительно осуществляли ввод множества объектов $X = \{X_1, X_2, \dots, X_I\}$ с описа-

нием признаков $I(X_i) = \{p_{i1}, p_{i2}, \dots, p_{ii}\}$, $i = \overline{1, I}$ и дальнейшим кодированием переменных. На первом этапе производился разведочный анализ, в основе которого лежал анализ таблиц кросстабуляции, а также расчет матрицы коэффициентов информативности (КИ) факторов риска. В результате проведения разведочного анализа были выявлены наиболее значимые предикторы риска неблагоприятного исхода при ОПП (таблица). Баллы присваивались факторам риска с учетом частоты встречаемости различных градаций среди умерших пациентов.

Дополнительно с учетом рассчитанных коэффициентов информативности была произведена модификация балльных оценок выделенных факторов риска. При значениях коэффициента информативности в диапазоне 0,2–0,3; 0,3–0,4; 0,4–0,5

и более 0,5 выполняли умножение ранговых значений для крайних степеней отклонения показателей на весовые множители, равные 2, 3, 4 и 5 соответственно. Указанное преобразование осуществляли с целью наибольшей детализации и повышения прогностической ценности разра-

батываемой шкалы. Кроме того, использовали следующие уточняющие балльные оценки: мужской пол +1 балл, при наличии сепсиса, шокового состояния присваивали 2 балла, по 2 балла было присвоено, если пациенту проводили ИВЛ, инотропную терапию.

Ранжирование факторов риска неблагоприятного исхода при ОПП

Параметр	Баллы									КИ _j
Основной диагноз		Сосудистые заболевания 2б	Заболевания дыхательной системы 2б	Заболевания ЖКТ, уронефрологические, травмы, ожоги, неврологические, прочие 1б	Эндокринологические 0б					0,16
Концентрация натрия в 1-е сутки, ммоль/л	≥ 180 8б	160–179 6б	155–159 4б	150–154 1б	130–149 0б		120–129 2б	111–119 3б	≤ 110 8б	0,22
Концентрация калия в 1-е сутки, ммоль/л	≥ 7 20б	6–6,9 15б		5,5–5,9 1б	3,5–5,4 0б	3–3,4 1б	2,5–2,9 2б		≤ 2,5 20б	0,58
Тромбоциты в 1-е сутки, 10 ⁹ /л	< 50 8б	50–100 6б	100–150 2б	150–200 1б	>200 0б					0,23
Концентрация креатинина в 1-е сутки, мкмоль/л	≥ 309 20б	177–308 15б	133–176 2б		53–132 0б		< 53 20б			0,96
Диурез на 48 часов, мл	< 100 12б	100–500 9б	500–800 2б	800–1000 1б	>1000 0б					0,30
Водная нагрузка в 1-е сутки, мл		< 1400 15б	1400–1750 2б	1750–2100 1б	2100–3750 0б	3750–4100 1б	4100–4450 2б	>4450 15б		0,88
Возраст, лет	≥ 75 16б	70–74 12б	60–69 8б	40–59 1б	< 40 0б					0,45

Далее для каждого пациента была рассчитана итоговая сумма баллов по всем включенным в прогностическую шкалу оценки тяжести состояния параметрам, которая рассматривалась как основная переменная при проведении процедуры логистического регрессионного анализа, результирующей переменной был исход ОПП в двух градациях: выжил, умер. Было получено логистическое регрессионное уравнение, позволяющее рассчитывать вероятность наступления неблагоприятного исхода у пациентов с ОПП:

$$\text{Logit} = -4,158 + (\text{Сумма баллов}) \cdot 0,122, \quad (2)$$

где *Logit* – значение логистического регрессионного уравнения.

Затем с помощью полученного регрессионного уравнения был рассчитан предсказанный риск летальности (*R*, в %) по формуле (3):

$$R = \frac{e^{\text{logit}}}{(1 + e^{\text{logit}})}. \quad (3)$$

Результаты проведенного математико-статистического моделирования были положены в основу программного модуля прогнозирования исхода ОПП. Ядром программного модуля является информационная база данных, содержащая сведения о результатах лечения пациентов в отделении интенсивной терапии. Для разработки информационной базы записей была использована реляционная база данных MySQL. Информационное обеспечение системы

включает математическое описание модели прогнозирования состояния тяжести пациентов при ОПП. Разработанный нами программный модуль имеет интуитивно понятный интерфейс, который предоставляет пользователю возможность осуществить быстрый ввод информации и оценить существующие риски.

Структурная схема представления информации в разработанном программном модуле и диалоговое окно пользователя для расчета риска неблагоприятного исхода у конкретного пациента при ОПП приведены на рис. 1 и 2 соответственно.

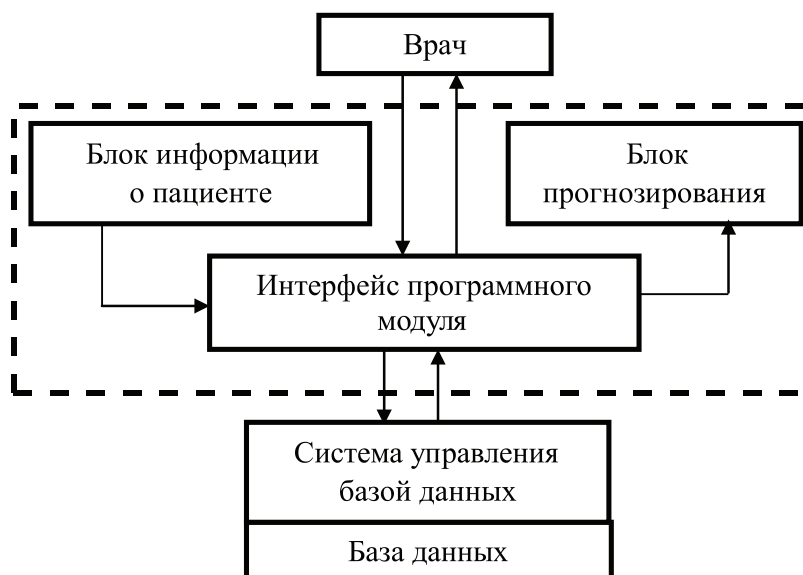


Рис. 1. Структура программного модуля прогнозирования исхода ОПП

Прогнозирование исхода острого повреждения почек

Возраст: 60-69 лет | Пол: Мужской | Сепсис: Нет | ИВЛ: Да

☒ Заболевания дыхательной системы, сосудистые заболевания

☐ Заболевания ЖКТ, уронефрологические, отравления, травмы, ожоги, неврологические, прочие

☐ Эндокринологические

Концентрация натрия в 1-е сут.: 155 - 159 | Концентрация калия в 1-е сут.: 5,5 - 5,9

Тромбоциты в 1-е сутки: 100 - 150 | Концентрация креатинина 1-е сут.: 177 - 308

Диурез на 48 час., мл: 500 - 800 | Водная нагрузка в 1-е сут., мл: 1400-1750

Инотропная поддержка: Да | Алкогольная болезнь: Нет

Шоковое состояние: Нет

Риск летальности: 84,23 %

Рис. 2. Диалоговое окно программного модуля прогнозирования риска неблагоприятного исхода у пациента с ОПП

Для оценки точности прогнозирования разработанной шкалы и реализованного на её основе программного модуля оценки тяжести состояния пациентов с ОПП было произведено её тестирование на исходных записях базы данных. Прогностическая значимость составила: для оценки вероятности выживания – 87%, летального исхода – 89%, что позволяет судить о достаточно высокой достоверности полученных результатов при их использовании в клинической практике.

Заключение

Оценка тяжести состояния пациента – важный момент в работе отделений интенсивной терапии, необходимый для определения тактики ведения пациента. Программный модуль, предлагаемый к использованию, позволит врачу сформировать объективизированную оценку тяжести состояния пациента с ОПП на основе расчета вероятности риска неблагоприятного исхода. Эффективность применения разработанной прогностической шкалы в повседневной клинической практике во многом определяется небольшим количеством и высокой степенью доступности входных параметров. Разработанный программный модуль позволит оперативно оценить вероятность риска летального исхода, а также осложнения со стороны других функциональных систем организма у пациента с ОПП.

Работа выполнена при поддержке Программы развития С(А)ФУ имени М.В. Ломоносова.

Список литературы

1. Малов А.А., Мухомедова Т.В. Сравнительная оценка шкал тяжести при диализ-зависимой острой почечной недостаточности после кардиохирургических вмешательств // Эфферент. терапия. – 2010. – № 4. – С. 19–20.

2. Проблемы диагностики и стратификации тяжести острого повреждения почек / А.В. Смирнов, И.Г. Каюков, О.А. Дегтерева и др. // Нефрология. – 2009. – № 3. – С. 9–18.

3. Chertow G.M., Soroko S.H., Paganini E.P. et al. Mortality after acute renal failure: Models for prognostic stratification and risk adjustment // *Kidney Int.* – 2006. – Vol. 70. – P. 1120–1126.

4. Clec'h C., Gonzalez F., Lautrette A. et al. Multiple-center evaluation of mortality associated with acute kidney injury in critically ill patients: a competing risks analysis // *Crit. Care.* – 2011. – Vol. 15, № 3. – P. 128.

5. Dennen P., Douglas I.S., Anderson R. Acute kidney injury in the intensive care unit: an update and primer for the intensivist // *Crit. Care Med.* – 2010. – Vol. 38, № 1. – P. 261–275.

6. Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) Acute Kidney Injury Work Group. KDIGO Clinical Practice Guideline for Acute Kidney Injury. *Kidney International Supplements* 2012. Vol. 2, Issue 1. – P. 1–126.

References

1. Malov A.A., Muhoedova T.V. *Efferent therapy*, 2010, no. 4, pp. 19–20.

2. Smirnov A.V., Kayukov I.G., Degtereva O.A. et al. *Nephrology*, 2009, no. 3, pp. 9–18.

3. Chertow G.M., Soroko S.H., Paganini E. P. *Kidney Int.*, 2006, no. 70, pp. 1120–1126.

4. Clec'h C., Gonzalez F., Lautrette A. *Crit. Care*, 2011, no. 3, pp. 128.

5. Dennen P., Douglas I.S., Anderson R. *Crit. Care Med.*, 2010, no. 1, pp. 261–275.

6. *Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) [Acute Kidney Injury Work Group]*, 2012, no. 2, pp. 1–126.

Рецензенты:

Новожилов Е.В., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой биотехнологии и биотехнических систем, С(А)ФУ имени М.В. Ломоносова, г. Архангельск;

Буюклинская О.В., д.м.н., доцент, заведующая кафедрой фармации, декан факультета фармации и медицинской биологии, СГМУ, г. Архангельск.

Работа поступила в редакцию 28.07.2014.

УДК 004.05

ИССЛЕДОВАНИЕ ПУТЕЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОТОКОЛОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЮЧЕЙ В ЗАЩИЩЕННОЙ IP-ТЕЛЕФОНИИ

Ковцур М.М.

*Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, Санкт-Петербург, e-mail: maxkovzur@mail.ru*

Представлена математическая модель активного нарушителя, учитывающая возможность этого нарушителя реализовать атаку «человек посередине» на протокол распределения ключей и позволяющая рассчитать вероятность успешной атаки, нацеленной на несанкционированный доступ к информации, в зависимости от значений вероятностей промежуточных атак. Изложен учитывающий особенности криптографического протокола ZRTP подход к повышению защищенности протоколов распределения ключей посредством параллельной передачи специализированных сообщений по независимым каналам связи для случая, когда корреспонденты не имеют общего секрета. Выполнена оценка достигнутого повышения безопасности. Описан способ улучшения временных характеристик криптографического протокола ZRTP, позволяющий сократить время успешного выполнения протокола при работе по каналам связи с большими задержками, а также произведена оценка среднего времени успешного выполнения при реализации этого способа.

Ключевые слова: криптографические протоколы, протоколы распределения ключей, повышение безопасности

INVESTIGATION OF THE WAYS OF IMPROVING OF THE KEY AGREEMENT PROTOCOLS IN THE SECURE IP-TELEPHONY

Kovtsur M.M.

*The Bonch-Bruевич St. Petersburg State University of Telecommunications,
Saint-Petersburg, e-mail: maxkovzur@mail.ru*

A mathematical model of the active intruder, taking into account the intruder's possibility to realize attack man in the middle (MITM) for key distribution protocol, is described. Model allows to calculate the probability of a successful attack, aimed at unauthorized access to information (NSD), depending on the probabilities of intermediate attacks. Way of applying methods of security improvement for key agreement protocols for ZRTP is described. Increase of security is achieved through parallel transmission of specialized messages over the independent communication channels and applied when correspondents have no shared secret. Way of improving the time characteristics of a cryptographic protocol ZRTP, which allows to reduce the time of the execution of the protocol while working on the communication channels with large delays is described.

Keywords: cryptographic protocols, key agreement protocol, security improvement

Протоколы распределения ключей (ПРК) используются в безопасной IP-телефонии для согласования параметров защищенного соединения, а также для формирования общего секрета между корреспондентами для этого соединения. Протоколы распределения ключевого материала исследованы с точки зрения обеспечения безопасности и возможных атак, однако достаточно слабо изучены способы улучшения их характеристик. В роли показателей качества протоколов предлагается использовать вероятность успешной атаки несанкционированного доступа (НСД) на систему безопасной IP-телефонии, а также среднее время успешного выполнения протокола распределения ключей для установления защищенного соединения.

Существующие модели [1, 3, 4, 5, 9, 10] не учитывают атаку «человек посередине» (MITM) на ПРК и не позволяют определить вероятность успешной атаки НСД на систему защищенной IP-телефонии, работающую по схеме корреспондент-корреспондент. Вследствие этого целесообразно разработать такую модель нарушителя, которая позволила бы решить данную задачу.

Математическая модель нарушителя

Для построения математической модели нарушителя выполнен анализ угроз и их источников. Используя уязвимости, активный нарушитель может выполнять комбинацию атак, которая может привести к достижению НСД.

В качестве основных возможных атак активного нарушителя выделены:

1. Перебор пароля для доступа к управлению оборудованием оператора или пользователя.

2. Организация проксирования или перенаправления всего или части трафика любым доступным способом.

3. Выполнение атаки MITM на ПРК и другие протоколы безопасной IP-телефонии.

4. Атака на шифр – перебор ключа к перехваченному медиатрафику.

5. Установка закладки, модификация программного обеспечения (ПО) терминала пользователя.

6. Установка дополнительного оборудования на узле оператора связи.

7. Изменение настроек терминала пользователя для частичного отключения безопасности.

8. Перехват авторизационных данных для управления терминалом пользователя за счет прослушивания трафика управления шлюзом.

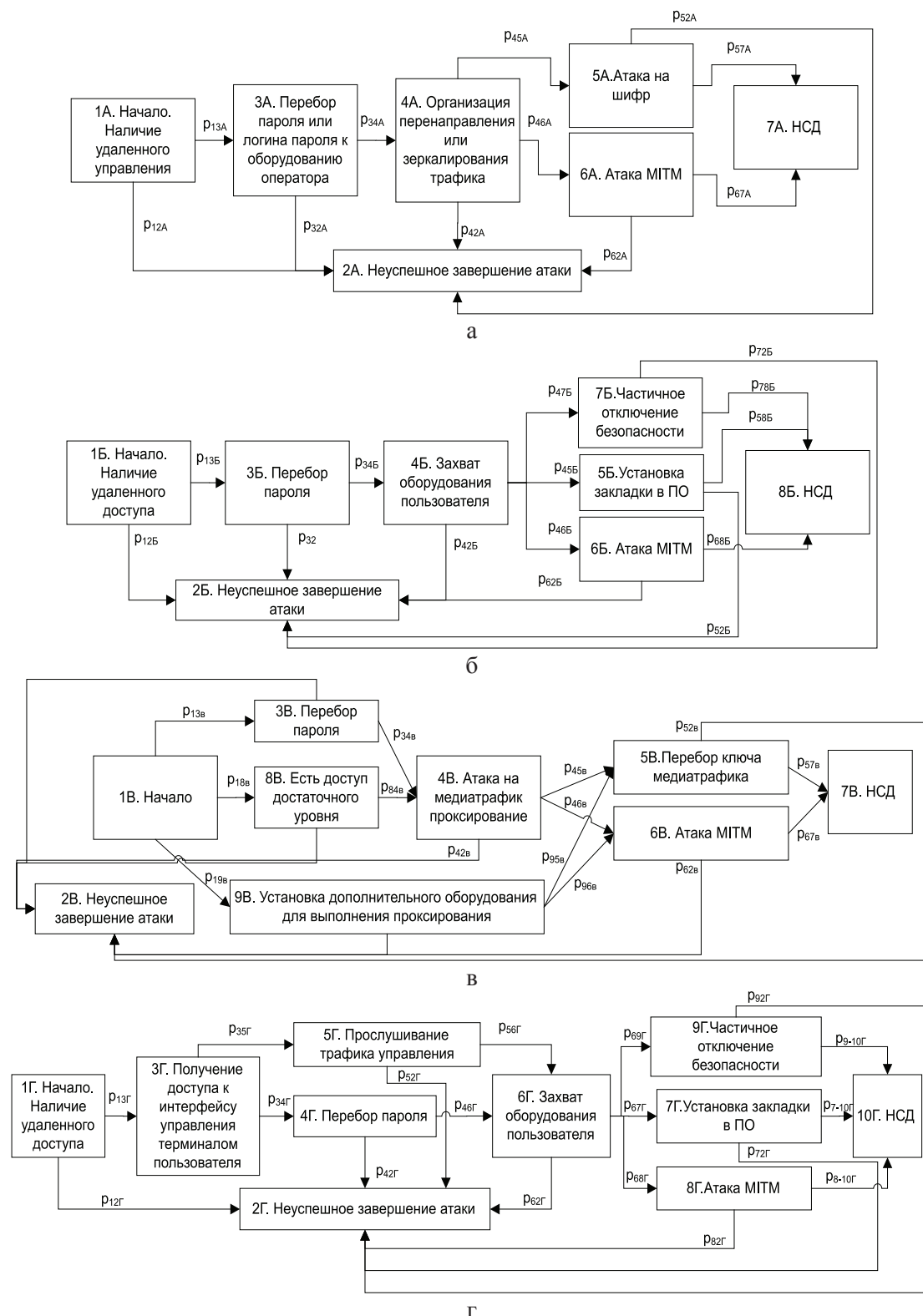


Рис. 1. Возможный алгоритм действий при выполнении:
а – захвата оборудования оператора внешним нарушителем; б – захват терминала пользователя внешним нарушителем; в – захвата оборудования оператора внутренним нарушителем; г – захват терминала пользователя внутренним нарушителем

При разработке модели нарушителя введено допущение, что если субъект атаки находится в одной сети с объектом атаки, то такой нарушитель является внутренним. В противном случае он является внешним. Тогда промежуточными целями нарушителей с точки зрения получения НСД являются:

- а) захват оборудования оператора внешним нарушителем;
- б) захват терминала пользователя внешним нарушителем;

в) захват оборудования оператора внутренним нарушителем;

г) захват терминала пользователя внутренним нарушителем.

Разработка модели начинается с анализа алгоритмов действий нарушителя по каждой из перечисленных целей. Алгоритмы возможных действий нарушителя представлены на рис. 1.

Используя возможные алгоритмы действий нарушителя, составлены вероятностные графы, представленные на рис. 2.

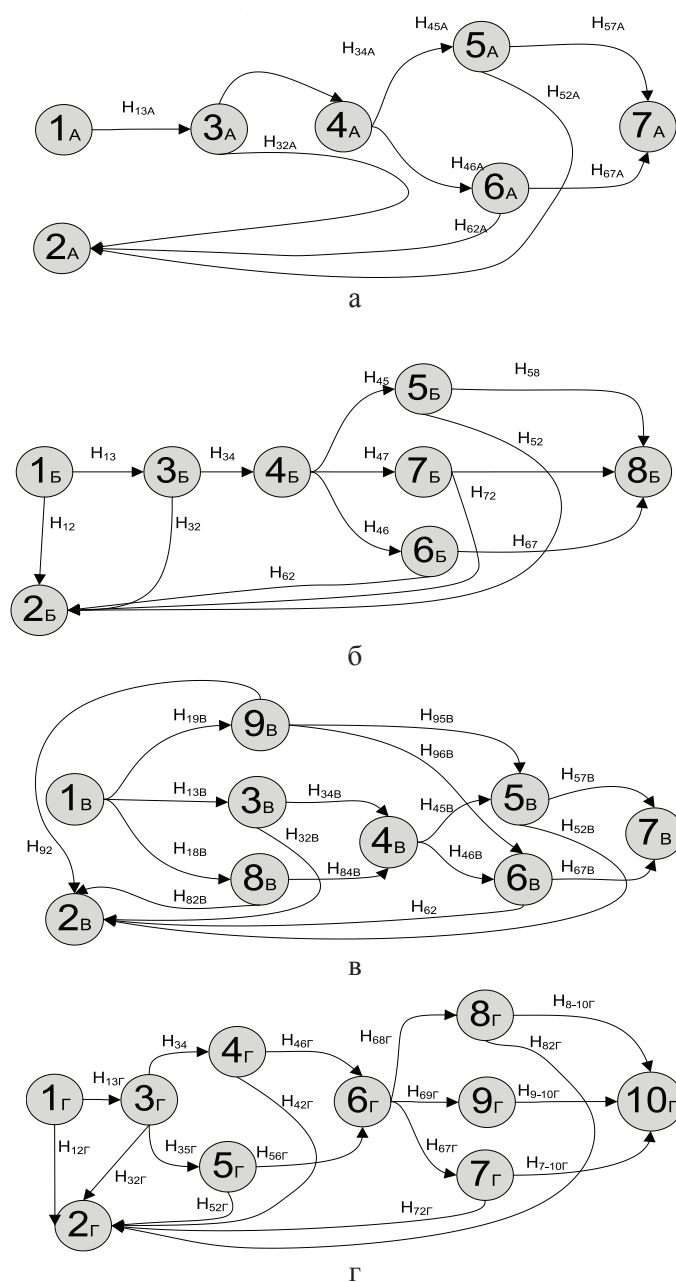


Рис. 2. Вероятностный граф:

а – захват оборудования оператора внешним нарушителем; б – захват терминала пользователя внешним нарушителем; в – захват оборудования оператора внутренним нарушителем; г – захват терминала пользователя внутренним нарушителем

По каждому графу выделена ветвь, соответствующая успешному выполнению атаки НСД и составлена производящая функция $H(x)$ этой ветви.

Для каждого из рассматриваемых графов в соответствии с методикой, приведенной в [6], приведены $P_{\text{НСД}} = H(x=1)$:

$$P_{\text{НСДА}} = p_{13A} p_{34A} (p_{45A} p_{57A} + p_{46A} p_{67A}); \quad (1)$$

$$P_{\text{НСДБ}} = p_{13B} p_{34B} (p_{45B} p_{58B} + p_{46B} p_{68B} + p_{47B} p_{78B}); \quad (2)$$

$$P_{\text{НСДВ}} = ((p_{13B} p_{34B} + p_{18B} p_{84B}) p_{45B} + p_{19B} p_{95B}) p_{57B} + ((p_{13B} p_{34B} + p_{18B} p_{84B}) p_{46B} + p_{19B} p_{96B}) p_{67B}; \quad (3)$$

$$P_{\text{НСДГ}} = p_{13Г} (p_{34Г} p_{46Г} + p_{35Г} p_{56Г}) (p_{67Г} p_{7-10Г} + p_{68Г} p_{8-10Г} + p_{69Г} p_{9-10Г}), \quad (4)$$

где p_{ijX} – вероятность перехода из вершины i в вершину j соответствующего графа.

$$P_{\text{НСД}} = \max \{P_{\text{НСДА}}, P_{\text{НСДБ}}, P_{\text{НСДВ}}, P_{\text{НСДГ}}\}. \quad (5)$$

Очевидно, в случае установления соединения в сценарии корреспондент-корреспондент без сервера и при отсутствии предварительно распределенного ключевого материала сам пользователь является наиболее заинтересованным лицом для повышения безопасности и снижения $P_{\text{НСДГ}}$. При этом пользователь может применять VoIP терминал, поддерживающий функцию отключения удаленного управления, что приведет к $p_{13B} = 0$, $p_{13Г} = 0$, и, как следствие, $P_{\text{НСДБ}} = 0$, $P_{\text{НСДГ}} = 0$.

Однако пользователь не может оказывать влияние на вероятности p_{ijA} , p_{ijB} . В зависимости от промежуточных целей нарушителя можно выделить несколько частных моделей нарушителей, представленных в табл. 1.

Следует заметить, что p_{57A} , p_{57B} зависят от применяемого алгоритма шифрования. Существующие рекомендации SRTP предусматривают использование алгоритма AES с ключом 128 или 256 бит. Взлом такого алгоритма является крайне маловероятным [2]. По этой причине наиболее вероятным будет выбор атаки MITM на ПРК со стороны нарушителя. Следовательно, можно ввести допущение, что вероятность выбора атаки на шифр $p_{45A} = 0$, $p_{45B} = 0$, а вероятность выбора атаки MITM $p_{46A} = 1$, $p_{46B} = 1$.

Тогда вероятность успешной атаки НСД будет иметь вид

$$P_{\text{НСД}} = \max \{P_{\text{НСДА}}, P_{\text{НСДБ}}, P_{\text{НСДВ}}, P_{\text{НСДГ}}\}, \quad (6)$$

и тогда

$$P_{\text{НСДА}} = p_{13A} p_{34A} p_{46A} p_{67A}; \quad (7)$$

$$P_{\text{НСДБ}} = 0;$$

$$P_{\text{НСДВ}} = ((p_{13B} p_{34B} + p_{18B} p_{84B}) p_{46B} + p_{19B} p_{96B}) p_{67B}; \quad (8)$$

$$P_{\text{НСДГ}} = 0.$$

В зависимости от промежуточных целей и возможностей можно также выделить

несколько нарушителей (B1, B2, B3, A4), представленных в табл. 1.

Подставив значения p_{ijX} из табл. 1 в формулы (7), (8), получаем:

$$P_{\text{НСДВ1}} = p_{34B} p_{67B}; \quad (9)$$

$$P_{\text{НСДВ2}} = p_{84B} p_{67B}; \quad (10)$$

$$P_{\text{НСДВ3}} = p_{67B}; \quad (11)$$

$$P_{\text{НСДА4}} = p_{34A} p_{67A}; \quad (12)$$

$$P_{\text{НСД}} = \max \{P_{\text{НСДВ1}}, P_{\text{НСДВ2}}, P_{\text{НСДВ3}}, P_{\text{НСДА4}}\}. \quad (13)$$

Очевидно, что $P_{\text{НСДВ3}}$ больше или равна $P_{\text{НСДВ1}}$, $P_{\text{НСДВ2}}$, $P_{\text{НСДА4}}$. Следовательно, $P_{\text{НСД}}$ будет определяться величиной p_{67B} , которая будет соответствовать атаке НСД внутреннего нарушителя на узле оператора связи посредством установки дополнительного оборудования для организации MITM.

Повышение безопасности ПРК ZRTP

Протокол ZRTP детально описан в [8, 13] и имеет встроенный механизм защиты от MITM, однако он не устойчив против атаки активного нарушителя, владеющего технологией синтеза голоса, а также требует от пользователей дополнительных действий для вербальной проверки аутентификационной строки SaS.

Можно выделить два подхода по применению способа повышения безопасности ПРК [7] применительно к ZRTP:

- Использование дополнительных каналов связи для автоматической проверки аутентификационной строки SaS;

- Использование дополнительных каналов связи для передачи сообщений протокола.

Первый подход позволяет сократить общий объем информации, передаваемой по каналам связи, однако при его использовании наличие MITM может быть определено только по завершению формирования ключа, а также будет требовать дополнительно времени. Использование же второго подхода позволяет определить нарушителя во время выполнения протокола ZRTP.

Таблица 1

Вероятность атак в зависимости от целей нарушителя

Обозначение и определение вероятности	Возможные значения вероятностей	Цели нарушителей			
		В1) Атака внутреннего нарушителя через захват оборудования оператора за счет перебора пароля и организация MITM	В2) Атака внутреннего нарушителя при наличии у него доступа на оборудование путем организации MITM	В3) Атака внутреннего нарушителя через установку дополнительного оборудования на узле оператора путем организации MITM	А4) Атака внешнего нарушителя через захват оборудования оператора за счет перебора пароля и организация MITM
P_{13B} – вероятность выбора атаки «перебор пароля для доступа к оборудованию оператора»	0..1	1	0	0	–
P_{18B} – вероятность наличия доступа достаточного уровня на оборудование оператора	$0...1 - p_{13B}$	0	1	0	–
P_{19B} – вероятность наличия у нарушителя возможности установки дополнительного оборудования на узле оператора связи для выполнения атаки	$0...1 - p_{18B} - p_{13B}$	0	0	1	–
P_{34A}, P_{34B} – вероятность успешного завершения атаки «перебор пароля для доступа к управлению оборудованием оператора»	0...1	0...1	–	–	0...1
P_{84B} – вероятность использования нарушителем имеющегося доступа достаточного уровня на оборудование оператора	0...1	–	0...1	–	–
P_{46A}, P_{46B} – вероятность выбора «атаки MITM на ПРК и другие протоколы безопасной IP-телефонии»	$0...1 - p_{45A}$ $0...1 - p_{45B}$	1	1	–	1
P_{67A}, P_{67B} – вероятность успешного завершения «атаки MITM на ПРК и другие протоколы безопасной IP-телефонии»	0...1	0...1	0...1	0...1	0...1
P_{96B} – вероятность выбора «атаки MITM на ПРК и другие протоколы безопасной IP-телефонии»	$0...1 - p_{95B}$	–	–	1	–
P_{13A} – вероятность наличия возможности удаленного подключения к оборудованию оператора	0 или 1	–	–	–	1

Рассмотрим детальнее первый подход повышения безопасности ZRTP, реализуемый за счет внедрения механизма автоматической проверки SaS в протокол с использованием дополнительного канала связи. В качестве такого канала связи может выступать SMS, пакет с данными, отправленный по сети с пакетной коммутацией, и т.д. Схема взаимодействия корреспондентов показана на рис. 3, а.

Корреспонденты обмениваются сообщениями протокола ZRTP по первому каналу связи и успешно завершают протокол. По окончании обмена каждый корреспондент локально вычисляет значение символьной аутентификационной строки SaS в соответ-

ствии с [13]. Далее корреспонденты обмениваются вычисленными значениями SaS по второму независимому каналу связи. Если полученное по каналу связи значение SaS совпадает с локально вычисленным значением, значит, либо отсутствует нарушитель в обоих каналах связи, либо один и тот же нарушитель контролирует оба канала связи. В соответствии с [7] вероятность успешной атаки MITM в этом случае будет иметь вид

$$P_{\text{YA2_SaS}} = (P_{\text{H1K}})^{26}, \quad (14)$$

где P_{H1K} – вероятность наличия в одном канале связи нарушителя, способного выполнить атаку MITM.

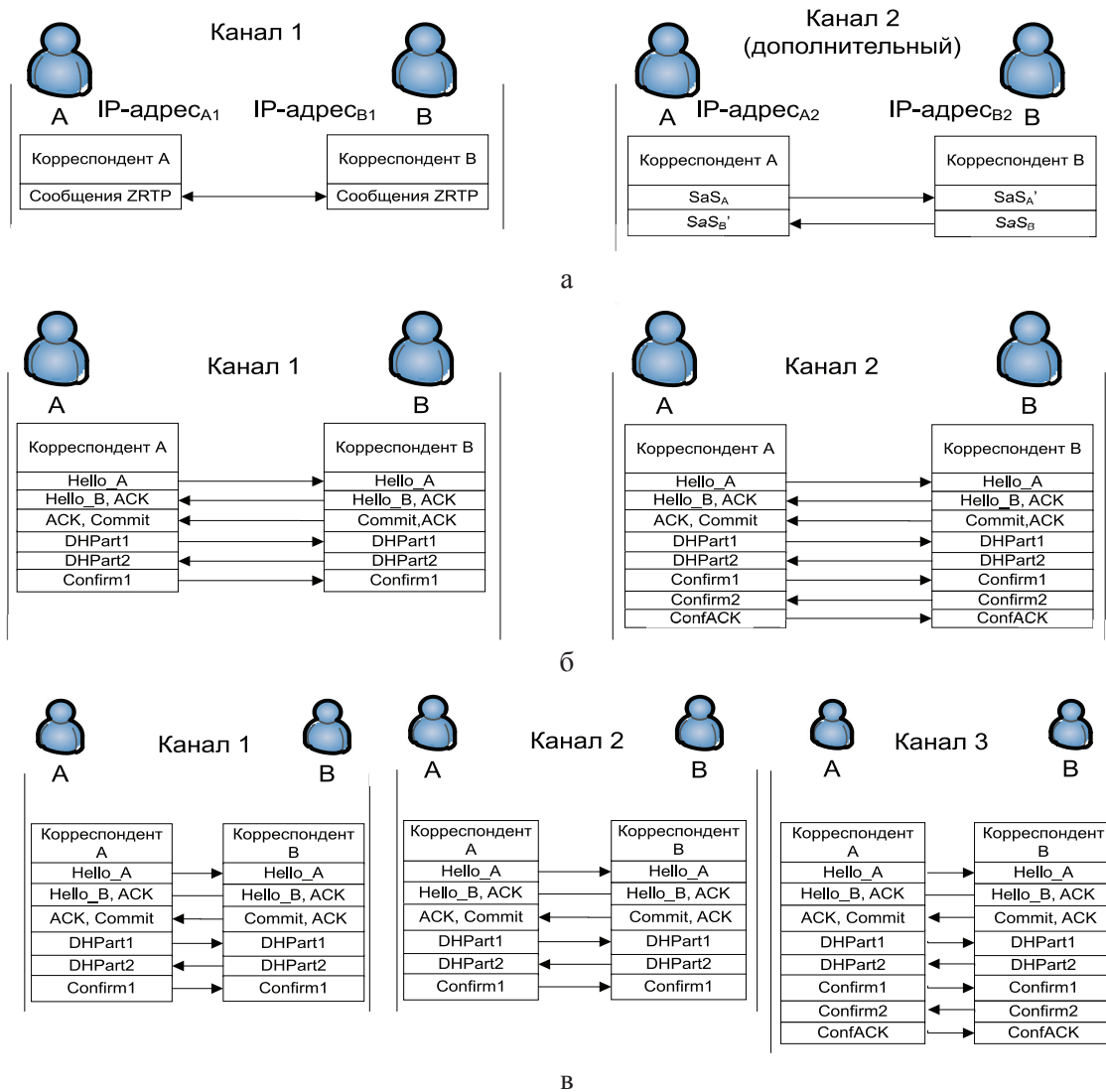


Рис. 3. Вариант взаимодействия корреспондентов при использовании:
а – механизма автоматической проверки SaS для протокола ZRTP;
б – двухканального режима ZRTP; в – трехканального режима ZRTP

В качестве второго пути повышения безопасности ZRTP можно использовать предлагаемый в [7] подход – добавить в ZRTP двухканальный и трехканальный режимы, обмен сообщениями при которых представлен на рис. 3, б и в соответственно.

Для двухканального режима протокола вероятность успешной атаки MITM P_{YA2} будет иметь вид

$$P_{YA2} = (P_{H1K})^2. \quad (15)$$

Для трехканального режима протокола вероятность успешной атаки MITM P_{YA3} будет иметь вид

$$P_{YA3} = (P_{H1K})^3. \quad (16)$$

Для оценки эффективности способа повышения безопасности вычислим выигрыш B_{HCD} как

$$B_{HCD} = P_{HCD_mod} / P_{HCD_orig} \quad (17)$$

где P_{HCD_mod} – вероятность успешной атаки HCD на модифицированный протокол; P_{HCD_orig} – вероятность успешной атаки HCD на оригинальный протокол.

Выигрыш показывает, насколько изменилась – увеличилась или уменьшилась – вероятность успешной атаки HCD модифицированного ПРК по сравнению с исходным.

Для двухканального режима протокола с автоматической проверкой SaS

$$B_{2K_SaS} = P_{HCD_2K_SaS} / P_{HCD_orig} = p_{67B_2K_SaS} / p_{67B_orig} = (P_{H1K})^2 / P_{H1K} = P_{H1K}. \quad (18)$$

Для двухканального режима протокола ZRTP:

$$B_{2K} = P_{нсд_2K} / P_{нсд_ориг} = p_{67B_2K} / p_{67B_ориг} = (P_{H1K})^2 / P_{H1K} = P_{H1K} \quad (19)$$

Для трехканального режима протокола ZRTP:

$$B_{3K} = P_{нсд_3K} / P_{нсд_ориг} = p_{67B_3K} / p_{67B_ориг} = (P_{H1K})^3 / P_{H1K} = P_{H1K}^2. \quad (20)$$

Так как $P_{H1K} \leq 1$, то во всех случаях наблюдается уменьшение вероятности успеха НСД, что эквивалентно повышению уровня безопасности. Насколько видно, предложенный способ позволяет уменьшить вероятность успешной атаки НСД в $1/P_{H1K}$ раз для двухканального режима протокола по сравнению с оригинальным протоколом ZRTP и в $1/(P_{H1K})^2$ раз для трехканального режима протокола. Так, при $P_{H1K} = 0,01$ получаем выигрыш в уменьшении вероятности успешной атаки НСД в 100 раз для двухканального протокола и в 10000 раз для трехканального протокола.

Улучшение временных характеристик ПРК ZRTP

Сценарий обмена сообщениями в оригинальном протоколе ZRTP [8] представлен на рис. 3, б, канал 2. Обмен сообщениями включает четыре фазы, каждая из которых имеет свое назначение.

Протокол выполняется после организации соединения между корреспондентами, что влияет на время установления защищенного голосового канала связи. Информация о размерах сообщений протокола ZRTP, а также оценка среднего времени успешного выполнения этого протокола при задержках $d = 50\text{--}300$ мс и при различных значениях вероятности битовой ошибки p_0 в канале связи представлены в [6]. Среднее время успешного выполнения протокола превышает 1,5 с при работе по каналам

с задержками более 200 мс. В соответствии с [12] кодек G.711 обеспечивает высокое качество, $MoS \geq 4$, для $d \leq 300$ мс. Поэтому целесообразным является уменьшение среднего времени выполнения протокола для соблюдения норм [11] даже при работе по каналам с задержками до 300 мс. Поэтому необходимо разработать способ улучшения временных характеристик криптографического протокола ZRTP.

Предлагаемый способ уменьшения среднего времени успешного выполнения состоит в отказе от использования механизма выбора инициатора и респондента, а также в объединении информационных данных о поддерживаемых криптографических наборах ZRTP и информационных блоков протокола Диффи – Хелмана.

Инициатором в этом случае предлагается выбирать корреспондента, который первым отправил сообщение *DHPart1*. Если сообщение отправили оба корреспондента, то инициатор определяется по значению *hvi* согласно [13].

Обмен сообщениями протокола в модификации, а также соответствующий вероятностный граф приведены на рис. 4 а и б.

У вероятностного графа выделена ветвь, соответствующая успешному выполнению ZRTP, определена производящая функция $H_{ZRTP_MOD}(x)$ этой ветви и вычислено среднее время успешного выполнения ZRTP $T_{CP_ZRTP_MOD}$ при различных значениях d задержки в канале связи и при различных значениях битовой ошибки p_0 в канале связи:

$$T_{CP_ZRTP_MOD} = \frac{dH_{ZRTP_MOD}(x)}{dx} (x=1); \quad (21)$$

$$T_{CP_ZRTP_OLD} = \frac{dH_{ZRTP_OLD}(x)}{dx} (x=1), \quad (22)$$

где $H_{ZRTP_MOD}(x)$ – производящая функция ветви успешного завершения модификации ZRTP; $H_{ZRTP_OLD}(x)$ – производящая функция ветви успешного завершения оригинального ZRTP.

График $T_{CP_ZRTP_MOD}$ от p_0 для модификации ZRTP приведен на рис. 4.

Выигрыш B_B по сравнению с исходным протоколом определяется по форму-

ле (23) и составляет от 39,42 % до 48,34 % (табл. 2).

$$B_B = (T_{ZRTP_OLD} - T_{ZRTP_MOD}) / T_{ZRTP_OLD} \quad (23)$$

где $T_{CP_ZRTP_OLD}$ – среднее время выполнения исходного протокола ZRTP; $T_{CP_ZRTP_MOD}$ – среднее время выполнения модифицированного протокола.

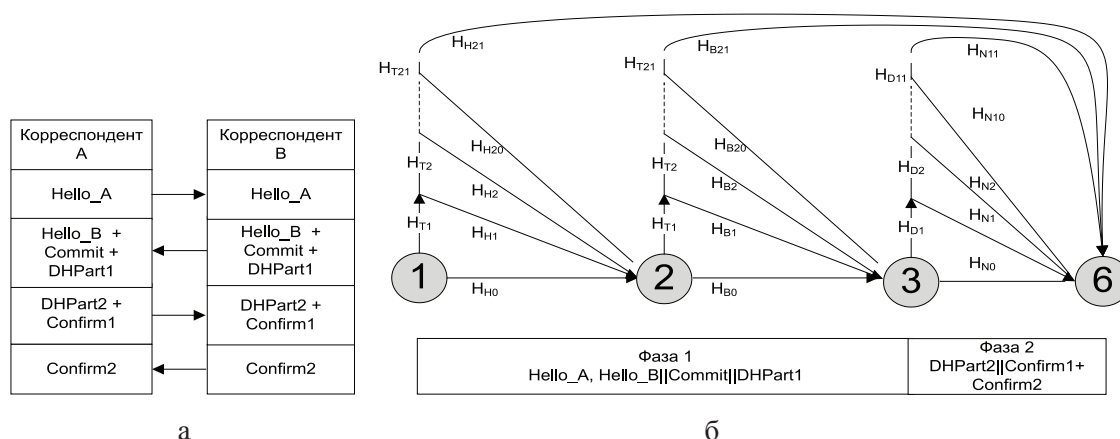


Рис. 4. Модификация протокола:
а – сценарий обмена сообщениями; б – вероятностный граф

Таблица 2

Оценка выигрыша среднего времени успешного завершения модифицированного ZRTP

Задержка	50 мс			150 мс			300 мс			400 мс		
p_0	10^{-5}	$5 \cdot 10^{-5}$	10^{-4}	10^{-5}	$5 \cdot 10^{-5}$	10^{-4}	10^{-5}	$5 \cdot 10^{-5}$	10^{-4}	10^{-5}	$5 \cdot 10^{-5}$	10^{-4}
$T_{CP_ZRTP_OLD}, c$	0,52	0,58	0,7	1,3	1,38	1,5	2,5	2,59	2,7	3,32	3,38	3,51
$T_{CP_ZRTP_MOD}, c$	0,315	0,36	0,451	0,715	0,76	0,851	1,315	1,36	1,45	1,715	1,76	1,851
Выигрыш, с	0,205	0,22	0,249	0,585	0,62	0,649	1,185	1,23	1,24	1,605	1,62	1,659
V_B , Выиг- рыш, %	39,42	37,93	35,57	45,00	44,93	43,27	47,40	47,49	46,26	48,34	47,93	47,26

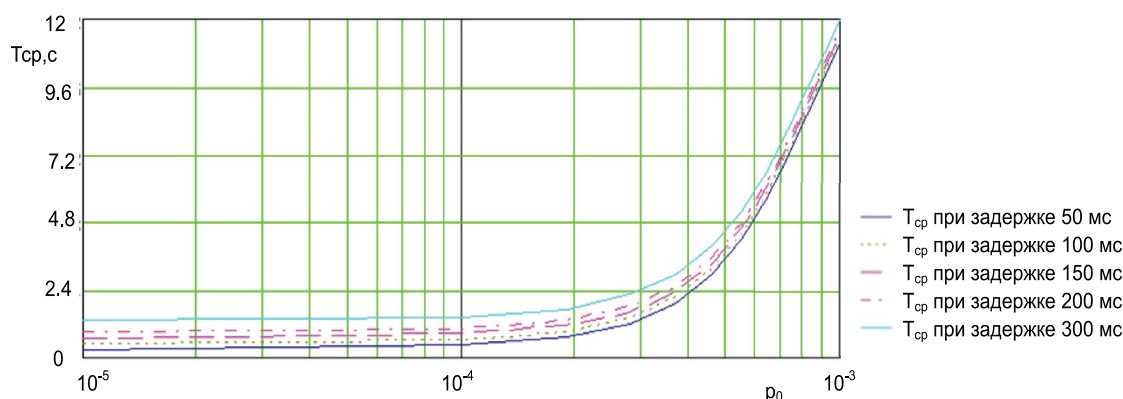


Рис. 5. Зависимость среднего времени выполнения модификации ZRTP

График $T_{CP_ZRTP_MOD}$ для модификации ZRTP приведен на рис. 5. Насколько видно из табл. 2, при $10^{-5} \leq p_0 \leq 10^{-4}$ и $d = 300$ мс $T_{CP_ZRTP_MOD} \leq 1,451$ с. Таким образом, поставленная задача о выполнении норм [11] при работе по каналам связи $d \leq 300$ мс решена.

Заключение

В статье описаны способы повышения безопасности и улучшения временных ха-

рактеристик одного из ПРК защищенной IP-телефонии – ZRTP. Исследование показало, что применение способа повышения безопасности ПРК позволяет увеличить безопасность в $1/P_{HIK}$ раз при работе корреспондентов без заранее распределенного ключевого материала за счет использования двух независимых каналов связи, в $1/(P_{HIK})^2$ раз при использовании трех независимых каналов. Для улучшения временных

показателей ПРК предложена модификация протокола, позволяющая успешно выполнять его за то же время, но при работе по каналам с большими значениями задержки и потери пакетов.

Список литературы

1. Агеев С.А., Саенко И.Б. Управление безопасностью защищенных мультисервисных сетей специального назначения // Труды СПИИРАН. – 2010. – № 2(13). – С. 182–198.
2. Бабенко Л.К., Ищукова Е.А. Анализ симметричных криптосистем // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2012. – № 12 (137). – С. 136–147.
3. Говор Т.А. Обеспечение безопасности современных VOIP-сетей // Радиопромышленность. – 2011. – № 4. – С. 37–43.
4. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408-1-2012. Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Критерии оценки безопасности информационных технологий. Часть 1. Введение и общая модель. – М.: Стандартинформ, 2013. – 104 с.
5. Докучаев В.А., Шведов А.В. Защита информации на корпоративных сетях VoIP // Электросвязь. – 2012. – № 4. – С. 5–8.
6. Ковцур М.М., Никитин В.Н., Винель А.В. Исследование вероятностно-временных характеристик протокола распределения ключей защищенной IP-телефонии // Информационно-управляющие системы. – 2013. – № 1(62). – С. 54–63.
7. Ковцур М.М., Никитин В.Н., Юркин Д.В. Повышение защиты протоколов распределения ключей от атак вторжения в середину канала связи // Информационно-управляющие системы. – 2014. – № 1(68). – С. 70–75.
8. Ковцур М.М. Протоколы обеспечения безопасности IP-телефонии // Первая миля. – 2012. – № 5. – С. 18–26.
9. Макарова О.С. Методика формирования требований по обеспечению информационной безопасности сети IP-телефонии от угроз среднестатистического «хакера» // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2012. – № 1 (25), часть 2. – С. 51–67.
10. Нопин С.В. Передача мультимедийных данных по цифровым каналам в режиме, защищенном от несанкционированного доступа: дис. канд. техн. наук. – Новосибирск: Омский государственный технический университет, 2008. – 233 с.
11. Об утверждении Требований к организационно-техническому обеспечению устойчивого функционирования сети связи общего пользования [Электронный ресурс]: приказ Министерства информационных технологий и связи Российской Федерации от 27.09.2007 № 113. Минюст РФ 22 октября 2007 г. № 10380. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
12. Perlicki K. Simple analysis of the impact of packet loss and delay on voice transmission quality. // Journal of telecommunications and information technology. – 2002. – № 2. – P. 53–56.
13. RFC6189 (04/2011) – ZRTP: Media Path Key Agreement for Unicast Secure RTP [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tools.ietf.org/html/rfc6189> (дата обращения: 25.02.2014).

References

1. Ageev S.A., Saenko I.B. Security management of protected multi-service networks for special purposes. *Trudy SPI-IRAN*, 2010, vol. 13, no. 2, pp. 182–198.
2. Babenko L.K., Ishukova E.A. Analysis of symmetric cryptosystems // *Izvestiya Juzhnogo federal'nogo universiteta. Tehnicheskie nauki*. 2012, vol. 137, no. 12, pp. 136–147.
3. Govor T.A. Security of modern VOIP-networks. *Radio-promyshlennost'*, 2011 no 4 pp. 37–43.
4. State Standart R ISO/MEK 15408-1-2012. Information technology. security techniques. Evaluation criteria for it security. part 1. Introduction and general model M.: Standartinform, 2013. 104 p.
5. Dokuchaev V.A., Shvedov A.V. Zashhita informacii na korporativnyh setjah VoIP. *Jelektrosvjaz'*, 2012, no. 4, pp. 5–8.
6. Kovtsur M.M., Nikitin V.N., Vinel' A.V. Analysis of the time-probabilistic characteristics of key agreement protocol for secure IP-telephony. *Informacionno-upravljajushhie sistemy*, 2013, vol. 62, no. 1, pp. 54–63.
7. Kovtsur M.M., Nikitin V.N., Jurkin D.V. Enhancement of Security of Key Distribution Protocols against Intruder Attacks in the Middle of a Communication Channel. *Informacionno-upravljajushhie sistemy*, 2014, vol. 68, no. 1, pp. 70–75.
8. Kovtsur M.M. Protocols Providing IP telephony Security. *Pervaja milja*, 2012, no 5, pp. 18–26.
9. Makarova O.S. Formation technique requirements for information security IP-telephony network from threats average «hacker». *Doklady Tomskogo gosudarstvennogo universiteta sistem upravleniia i radioelektroniki*, 2012, vol. 25, no. 1, pp. 64–68.
10. Nopin S.V. Peredacha mul'timedijnyh dannyh po cifrovym kanalam v rezhime, zashhishhennom ot nesankcionirovanogo dostupa: dis. kand. tehn. nauk. Novosibirsk: Omskij gosudarstvennyj tehnikeskij universitet, 2008. 233 p.
11. Approval of requirements for organizational and technical support of sustainable operation of PSTN: the order of the Ministry of Information Technologies and Communications of the Russian Federation dated 27.09.2007 № 113. Justice Ministry October 22 2007 № 10380. Available at Legal system «ConsultantPlus».
12. Perlicki, K. Simple analysis of the impact of packet loss and delay on voice transmission quality. *Journal of telecommunications and information technology*, 2002, no 2. pp. 53–56.
13. RFC6189. ZRTP: Media Path Key Agreement for Unicast Secure RTP. 2011. Available at: <http://tools.ietf.org/html/rfc6189> (accessed: 25 January 2014).

Рецензенты:

Душин С.Е., д.т.н., профессор кафедры автоматики и процессов управления, СПбГЭТУ «ЛЭТИ», г. Санкт-Петербург;
 Комашинский В.И., д.т.н., доцент, советник генерального директора, ЗАО «Институт Телекоммуникаций», г. Санкт-Петербург.

Работа поступила в редакцию 28.07.2014.

УДК 691.3:693.546

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ТВЕРДЕНИЯ БЕТОНОВ И РАСТВОРОВ С ПРОТИВОМОРОЗНЫМИ ДОБАВКАМИ ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР

Кононова О.В., Минаков Ю.А., Грязина М.В., Иванов Н.А., Черепов В.Д.
ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет», Йошкар-Ола,
e-mail: ov-kononova@mail.ru, gryzina-maria@yandex.ru

Исследовано влияние комплексных противоморозных добавок на кинетику твердения образцов бетонов и растворов в течение 28 календарных дней в условиях естественного колебания отрицательных температур ($-20 \pm 10^\circ\text{C}$). Исследования выполнены на пластичных бетонных смесях с подвижностью 1...4 см и растворных смесях с подвижностью 6...8 см. Установлено, что в этих условиях набора прочности образцов с противоморозными добавками не происходит. Дальнейшее твердение образцов продолжалось 28 календарных дней при температуре $+18 \pm 2^\circ\text{C}$. Конечная прочность образцов бетона при сжатии с добавками «Криопласт ЛН» и «УПД-2М» составила 48...45% от прочности контрольных образцов. Контрольные образцы не содержали добавок и твердели 28 календарных дней при температуре $+18 \pm 2^\circ\text{C}$. Установлено, что добавка «Зимняя П-3» сохраняет подвижность растворных смесей и препятствует замораживанию. При исследовании кинетики твердения растворов установлено, что конечная прочность растворов при сжатии с добавкой «Зимняя П-3» ниже прочности контрольных образцов на 10–50%.

Ключевые слова: отрицательная температура, противоморозная добавка, твердение бетона, прочность при сжатии

AFTER LOW TEMPERATURES EFFECT CONCRETE AND MORTAR WITH ANTIFREEZE ADDITIVES HARDENING KINETICS INVESTIGATION

Kononova O.V., Minakov Y.A., Gryazina M.V., Ivanov N.A., Cherepov V.D.
Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola, e-mail: ov-kononova@mail.ru,
gryzina-maria@yandex.ru

The influence of complex antifreeze additives on concrete and mortar samples hardening kinetics during 28 days under natural fluctuations subzero temperatures ($-20 \pm 10^\circ\text{C}$) incubation studied. The studies were performed on plastic concrete mixtures with mobility 1...4 cm and mortar mixtures with mobility 5...7 cm. Found that samples with antifreeze additives don't get the strength growth under these conditions. Further samples hardening lasted for 28 days at $+18 \pm 2^\circ\text{C}$ temperature. The final concrete samples compressive strength with «Krioplast LN» and «DFC-2M» additives is 48...45% of the control samples strength. Control samples contained no additives and was hardening for 28 days at $+18 \pm 2^\circ\text{C}$ temperature. Found that «Zimnya-P-3» addition preserves mortars mobility and prevent freezing. In hardening kinetics study found that the final compressive strength with «Zimnya-P-3» additive is below the strength of the control samples by 7...50%.

Keywords: subzero temperature, antifreeze additive, concrete hardening, compressive strength

Твердение бетонов и растворов при пониженной температуре происходит медленно, так как замедляется процесс гидратации цемента. При отрицательной температуре процесс твердения прекращается. Поэтому для обеспечения требуемого набора прочности бетонов и строительных растворов в зимнее время используют такие методы производства работ, при которых гидратация цемента возможна [3, 4]. Одним из таких методов является введение в бетоны и строительные растворы противоморозных добавок [1, 2, 5].

Способ зимнего бетонирования с применением противоморозных добавок технологически прост и экономичен, но в условиях значительных колебаний отрицательных температур представляется сложным установить рациональную дозировку противоморозной добавки [2, 4, 5]. При выборе вида и содержания противоморозной добавки ориентируются на ра-

циональную дозировку при которой эффективно ее использование.

Цель работы состояла в исследовании влияния комплексных противоморозных добавок на кинетику твердения образцов растворов и бетонов после их выдерживания в течение 28 календарных дней в условиях действия отрицательных температур. Задача исследования состояла в изучении влияния комплексных противоморозных добавок «Зимняя П-3», «Криопласт ЛН» и «УПД-2М» на кинетику нарастания прочности растворов и бетонов после замораживания при средней температуре -20°C .

Материалы и методы исследования

При исследовании бетонов и растворов в качестве вяжущего применялся портландцемент производства ЗАО «Ульяновскцемент» типа ЦЕМ II/A класса 32,5Б.

Исследование кинетики твердения растворов проводилось с добавкой «Зимняя-П-3» (ТУ 5745-21-57330160-13). Противоморозная добавка

«Зимняя-П-3» содержит комплекс органических и неорганических солей натрия и калия. Рекомендуемая дозировка при -20°C до 12% от массы цемента.

Исследования проводились на растворных смесях с объемным соотношением Песок: Цемент = 1:4 и подвижностью 5...7 см по глубине погружения конуса. Из растворных смесей на пористом основании формовались стандартные образцы-кубы размером $70,7 \times 70,7 \times 70,7$ мм. Растворные смеси и образцы с противоморозной добавкой, а также контрольные без добавки непосредственно после приготовления помещались в морозильную камеру с температурой $-20 \pm 2^{\circ}\text{C}$. В течение 4 часов контролировалось изменение их подвижности. Образцы – кубы хранились при температуре $-20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ в течение 28 суток. При этом производился мониторинг прочности при сжатии образцов, предварительно размороженных в течение 4 часов на воздухе при температуре $+18 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

В качестве противоморозных добавок для бетонов применялись комплексные добавки «Криопласт ЛН» производства ООО «Полипласт-УралСиб» (г. Первоуральск) и противоморозная добавка УПД-2М производства ООО «Инновация» (г. Казань). Противоморозная добавка «Криопласт ЛН» представляет собой смесь солей полиметиленафталинсульфоната натрия различной молекулярной массы и противоморозного компонента. Обеспечивает возможность бетонирования в условиях расчетных температур твердения бетона не ниже -30°C , обладает пластифицирующим эффектом. Универсальная противоморозная добавка УПД-2М также относится к категории комплексных. Она ускоряет процесс твердения бетонов и строи-

тельных растворов, оказывает пластифицирующее действие, повышает прочность, морозостойкость и трещиностойкость бетона. Рекомендуется к использованию при температуре не ниже -18°C .

Для исследования применялась бетонная смесь с подвижностью 1...4 см, которая имела следующий состав: цемент – 450 кг, кварцевый песок с модулем крупности 1,9–655 кг, щебень доломитовый фракции 5...20 мм – 1180 кг. Прочность бетонов контролировалась разрушающим методом. Добавка «Криопласт ЛН» вводилась в количестве до 2,0% от массы цемента. Добавка УПД-2М вводилась в количестве до 3,7% от массы цемента. Из бетонных смесей формовались образцы размером $100 \times 100 \times 100$ мм. Прочность бетонов контролировалась разрушающим методом.

Результаты исследования и их обсуждение

При изучении влияния времени замораживания на сохраняемость свойств растворных смесей, подвергнутых замораживанию при температуре $-20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ непосредственно после приготовления, периодически контролировалась их подвижность по глубине погружения конуса. Наблюдения показали, что подвижность растворных смесей постепенно снижается с 6 см до 3,5...4,0 см. Результаты испытания подвижности растворных смесей с добавкой «Зимняя-П-3» приведены в табл. 1.

Таблица 1
Сохраняемость подвижности строительного раствора с химическими добавками

№ п/п	Расход материалов на 1 м ³ раствора				Подвижность растворных смесей, см, при времени хранения, часов				
	Цемент	Песок	Вода	«Зимняя П-3», %Ц	0	1	2	3	4
1	330	1908	340	–	6,0	5,0	4,0	3,5	3,5
2	330	1908	340	8	6,0	6,0	5,0	4,0	4,0
3	330	1908	340	12	6,0	6,0	5,0	4,5	4,0

На основании проведенного эксперимента установлено, что как в контрольных составах, так и в составах с противоморозной добавкой «Зимняя П-3» в течение 4 часов наблюдения не происходит замерзания раствора при температуре $-20 \pm 2^{\circ}\text{C}$. При этом повышение содержания добавки «Зимняя П-3» до 8...12% от массы цемента обеспечило лучшую сохраняемость подвижности растворной смеси: за 4 часа подвижность снизилась с 6 до 4,5 см.

Исследована кинетика твердения строительных растворов с добавкой «Зимняя-П-3» в количестве 8...12% от массы цемента. Выполнен мониторинг прочности при сжатии растворов после твердения при температуре $-20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ в течение первых 28 календарных дней (1 этап), и последующего твердения в течение 28 дней при $+18 \pm 2^{\circ}\text{C}$ (2 этап). Контроль прочности выполнялся

через 4 часа оттаивания образцов на воздухе при температуре $+18 \pm 2^{\circ}\text{C}$. Кинетика твердения основных образцов сравнивалась с твердением контрольных образцов при температуре $+18^{\circ}\text{C}$. Результаты мониторинга прочности основных образцов приведены в табл. 2.

Прочность контрольных образцов растворов, твердевших 28 суток в сухих условиях лаборатории при температуре $+18 \pm 2^{\circ}\text{C}$, приведена в табл. 3.

Сопоставление данных табл. 2 и 3 показало, что эффективность применения комплексной противоморозной добавки «Зимняя П-3» при температуре твердения растворов $-20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ существенно зависит от ее содержания. При недостатке добавки не происходит твердения бетона при данной отрицательной температуре, и, как следствие, при дальнейшем твердении

в благоприятных условиях отмечается недобор прочности составов. Так, при дозировке добавки 8 % от массы цемента недобор

прочности образцов в сравнении с контрольными после 2 этапа твердения при температуре $+18 \pm 2^\circ\text{C}$ составил около 50 %.

Таблица 2

Кинетика роста прочности растворов с противоморозной добавкой «Зимняя П-3»

№ п/п	Содержание добавки «Зимняя П-3» % от массы цемента	1 этап: твердение до 28 суток при $-0 \pm 2^\circ\text{C}$. Предел прочности при сжатии в возрасте, суток			2 этап: твердение при $+18 \pm 2^\circ\text{C}$. Предел прочности при сжатии, МПа, в возрасте 28 суток
		7	14	28	
1	–	0,2	0,2	0,2	8,6
2	8	0,2	0,2	0,2	8,3
3	12	5,2	5,3	5,3	15,5

Таблица 3

Предел прочности при сжатии контрольных образцов растворов при температуре $+18 \pm 2^\circ\text{C}$

№ п/п	Содержание добавки «Зимняя П-3» % от массы цемента	Предел прочности при сжатии, МПа, в возрасте, суток		
		7	14	28
1	–	8,7	15,8	16,4
2	8	12,8	15,8	16,8
3	12	12,9	16,0	16,7

Исследовано влияние комплексных противоморозных добавок на кинетику твердения образцов бетонов и растворов в течение 28 календарных дней в условиях естественного колебания отрицательных температур ($-20 \pm 10^\circ\text{C}$).

При исследовании кинетики твердения бетонов с добавками «Криопласт ЛН» и УПД-2М основные образцы бетона твердели в течение 28 суток при отрица-

тельной температуре, затем продолжали твердеть и добирать прочность при температуре $+18 \pm 2^\circ\text{C}$ в течение 28 суток. Наряду с основными образцами формировались контрольные образцы бетона, которые твердели в нормальных условиях лаборатории при температуре $+20 \pm 2^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха $95 \pm 5\%$. Результаты испытания составов бетона с добавками «Криопласт ЛН» и УПД-2М приведены в табл. 4.

Таблица 4

Прочность и класс бетона при сжатии бетонов с добавкой «Криопласт ЛН» и УПД-2М

№ п/п	Противоморозная добавка	Подвижность бетонной смеси, см ОК	Предел прочности при сжатии, МПа		Набранная прочность основных образцов, % от прочности контрольных образцов
			Основные образцы	Контрольные образцы	
1	«Криопласт ЛН»	3	26,7	55,4	48
2	УПД-2М	3	29,5	66,1	45
3	–	3	24,1	59,7	40

На основании проведенного исследования установлено, что образцы бетона с противоморозными добавками при температуре $-20 \pm 10^\circ\text{C}$ практически не твердеют. При дальнейшем твердении в течение 28 суток в благоприятных условиях лаборатории образцы с противоморозной добавкой «Криопласт ЛН» добрали 48 % от прочности контрольных образцов. Образцы бетона, изготовленные с применением

противоморозной добавки УПД-2М, добрали прочность 45 % от прочности контрольных образцов.

Таким образом, естественные колебания отрицательных температур ($-20 \pm 10^\circ\text{C}$) для твердения образцов бетона с комплексными противоморозными добавками являются критическими и не позволяют бетону в дальнейшем добирать прочность даже в благоприятных условиях твердения.

Выводы

1. Замораживание растворов и бетонных смесей с противоморозными добавками непосредственно после изготовления до средней температуры -20°C способно полностью прекратить нарастание их прочности.

2. После оттаивания в течение 28 суток при температуре $+18 \pm 2^{\circ}\text{C}$ такие составы набирают только 45...48% от прочности контрольных образцов.

3. Эффективны дозировки противоморозных добавок, при которых возможен набор не менее 30% от прочности контрольных составов при замораживании.

Список литературы

1. Добавки в бетоны и строительные растворы: учебно-справочное пособие / Л.И. Касторных. – 2-е изд. – Ростов н/Д.: Феникс, 2007. – 221 с.
2. Изотов В.С. Химические добавки для модификации бетона. – М.: Изд. Палеотип, 2006. – 244 с.
3. Крылов Б.А. Руководство по прогреву бетона в монолитных конструкциях / Б.А. Крылов, С.А. Амбарцумян, А.И. Звездов. – М., 2005. – 275 с.
4. Миронов С.А. Теория и методы зимнего бетонирования. – 3-е изд. – М.: Стройиздат, 1975. – 750 с.
5. Минаков Ю.А., Кононова О.В., Анисимов С.Н., Грязина М.В. Управление кинетикой твердения бетона при отрицательных температурах // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 4 (часть 2). – С. 307–311.

References

1. *Dobavki v betony i stroitelnye rastvory* [Concrete and mortar chemical additives] / L.I. Kastornyh. 2 izd. Rostov n/D, Feniks, 2007. pp. 221.
2. Izotov V.S. *Himicheskie dobavki dlya modifikatsii betona*. [Modification concrete chemical additives] M. Izd. Paleotip, 2006. pp. 244.
3. Krylov B.A. Ambarcumjan S.A., Zvezdov A.I. *Rukovodstvo po progrevu betona v monolitnykh konstrukciyah*. [Realcrete curing directory]. Moskva, 2005. pp. 275.
4. Mironov S.A. *Teoriya i metody zimnego betonirovaniya*. [Cold weather concreting theory and methods] Izdanie 3. M.: Strojizdat, 1975. pp. 750.
5. Minakov Yu.A., Kononova O.V., Anisimov S.N., Gryazina M.V. *Upravleniye kinetiko y tverdeniya betona pri otritsatelnykh temperaturah* [Subzero temperatures concrete hardening kinetics management] // Fundamentalnye issledovaniya. 2013. no. 4 (chast 2). pp. 307-311.

Рецензенты:

Салихов М.Г., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой автомобильных дорог, ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет», г. Йошкар-Ола;

Краснов А.М., д.т.н., профессор кафедры строительных материалов и технологии строительства, ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет», г. Йошкар-Ола.

Работа поступила в редакцию 28.07.2014.

УДК 693.547.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБОГРЕВА БЕТОНА СТЫКОВЫХ ЗОН КАРКАСНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ТЕРМОАКТИВНОЙ ОПАЛУБКЕ

Минаков Ю.А., Кононова О.В., Анисимов С.Н.

*ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет»,
Йошкар-Ола, e-mail: ov-kononova@mail.ru, ansernik3@gmail.com*

Рассмотрены основные методы ускорения твердения бетона в условиях зимнего бетонирования. Предложено применение термоактивной опалубки с автоматическим программным управлением процессом тепловой обработки бетона. Установлено, что применение автоматического программного управления процессом тепловой обработки бетона в термоактивной опалубке позволило снизить удельный расход электроэнергии на прогрев 1 м³ бетона на 15–38%. В сравнении с термоактивными опалубками первых поколений, энергоэффективность достигается за счет более равномерного обогрева, автоматизации управления технологическим процессом, учета экзотермии бетона и высокой теплоотдачи греющих щитов опалубки. Установлено, что при изотермическом обогреве температура по сечению стыка обогреваемой колонны 400×400 мм изменялась в пределах ±2°C, что свидетельствует об обеспечении равномерного распространения тепла в бетонной конструкции.

Ключевые слова: обогрев, термоактивная опалубка, самоуплотняющаяся бетонная смесь, твердение бетона, прочность, температура обогрева

INVESTIGATION OF HEAT CONCRETE FRAMEWORK STRUCTURES BUTT ZONES IN SHUTTERING WITH HEATING ELEMENTS

Minakov Y.A., Kononova O.V., Anisimov S.N.

Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola, e-mail: ov-kononova@mail.ru, ansernik3@gmail.com

The main methods to accelerate hardening of concrete under winter concreting are considered. The thermosetting formwork with automatic controlled heat treatment process of the concrete are offered. Using of automatic program control heat treatment process in concrete formwork thermo possible to reduce the specific energy consumption for heating 1 m³ of concrete at 15–38% is established. In comparison with the first generations of thermosetting formwork, energy efficiency is achieved by a more uniform heating, process control automation, accounting and high exotherm concrete form panels heat heating. Isothermal heating temperature over the cross section of the column joint heated 400×400 mm varied within ±2°C, which indicates that providing a uniform distribution of heat in the concrete structure is established.

Keywords: heating, shuttering with heating elements, being self-condensed concrete mix, curing, durability, heating temperature

Суровые климатические условия и большая продолжительность зимнего периода в России обуславливают целый ряд трудностей, связанных с выполнением строительных работ при отрицательных и пониженных температурах: снижается производительность труда, увеличивается потребность в дополнительной рабочей силе, отодвигаются сроки строительства. Учитывая то, что строительные работы в стране ведутся круглогодично, дополнительные трудозатраты и энергопотребление следует компенсировать за счет актуальных и прогрессивных решений в инфраструктуре строительства.

Зарубежная практика показывает, что в большинстве стран объем бетонных работ в зимнее время значительно уменьшается, а при температуре наружного воздуха ниже –10°C, как правило, прекращается. Для отечественного строительства такая ситуация неприемлема.

При отрицательной температуре бетон не набирает прочность, что вынуждает строителей применять специальные меры по созданию благоприятных условий для проведения

бетонных работ, влияющих непосредственно на скорость строительства [1, 2, 3].

Для сохранения способности бетона набирать свою прочность при отрицательных температурах ему необходимо наличие воды в жидкой фазе. Для ее сохранения при отрицательных температурах окружающей среды используются различные методы зимнего бетонирования. Развиваются они в русле двух основных направлений:

1) использования собственных тепловыделений и понижения температуры замерзания воды;

2) использования собственных тепловыделений цемента и подвода тепла от внешних источников.

В чистом виде к первому направлению относится метод «холодного бетонирования» с использованием противоморозных добавок, способных понизить температуру замерзания воды до –25°C. Если бетон, а следовательно, и вода имеют температуру –10...–20°C, но вода удерживается в жидком состоянии, процесс гидратации медленно, но идет в зависимости от добавок и температуры окружающей среды и к 28 суткам

бетон, твердеющий на морозе, способен набрать от 35 до 50 % от своей марочной прочности. На практике чаще всего, вследствие существования температурных ограничений, от применения противоморозных добавок приходится отказываться в пользу методов обогрева бетона [4, 5].

При использовании внешних источников тепла используют группу методов «активной» термообработки [6], когда тепловое воздействие осуществляется в течение всего цикла производства: периодов подъема температуры, изотермического выдерживания и регулируемого охлаждения.

В зависимости от технологии доставки тепла к бетону различают пропаривание, электропрогрев, инфракрасный обогрев, индукционный нагрев, конвективный обогрев, выдерживание в термоактивных (греющих) опалубках, прогрев внутренними источниками (греющие провода) и др. Любой из них допускает регулируемый подъем и дальнейший контроль температуры с целью создания и поддержания температурного поля по всему сечению конструкции. Например, удельный расход электроэнергии при использовании термоактивной опалубки находится в диапазоне 100–160 кВт·ч на 1 м³ бетона, что требует поиска дальнейших путей снижения энергопотребления [5].

К этому же направлению следует отнести и давно известные методы «термоса» и «тепляков», которые также используют внешние источники тепла либо при изготовлении бетонной смеси либо для создания вокруг конструкции в замкнутом объеме внешней среды с определенной температурой.

Переход на монолитное домостроение, увеличение объемов монолитного бетонирования в транспортном и промышленном строительстве диктуют сегодня круглогодичность строительства, высокие темпы работ, ускорение оборачиваемости дорогостоящей опалубки, обеспечение возможности передачи на забетонированные конструкции последующих нагрузок, сокращение сроков строительства и др. Для этого необходимы от 70 до 100 % от марочной прочности, так как высокие требования по динамическим свойствам, водонепроницаемости и морозостойкости не могут быть обеспечены критической прочностью бетона 30...50 % R₂₈. В таких случаях применяют методы «активной» термообработки, обеспечивающие высокое качество строительства в экстремальных условиях бетонирования.

Целью исследования являлась оценка эффективности применения термоактивной опалубки с автоматическим программным управлением процессом тепловой обработ-

ки бетона при обогреве стыка шпунтового соединения колонны и фундамента в условиях отрицательных температур, предусматривающая рациональное энергопотребление опалубки, необходимое для достижения 70 % проектной прочности обогреваемого бетона класса прочности В 30.

Задача исследования состояла в определении минимального периода обогрева бетона и оптимальной температуры прогрева бетона для получения нормируемого процента проектной прочности.

Материалы и методы исследования

На основе проведенных теоретических и практических исследований был разработан и изготовлен образец термоактивной опалубки с автоматическим программным управлением процессом тепловой обработки бетона (патент № 2507355 от 20.02.2014 г.) (рис. 1). Образец апробирован в лабораторных условиях и применен в производственных условиях для прогрева стыков элементов несущего каркаса каркасно-монолитного здания в г. Йошкар-Ола

Для повышения теплоотдачи внутренние слои щитов опалубки выполнены из листов алюминиевого сплава Д16 ГОСТ 4784–97 толщиной 5 мм, с коэффициентом теплопроводности 130 Вт/м·град при 100 °С. На поверхности листов фрезеруются канавки, в которые укладывается нихромовый нагревающий провод в гибкой изоляции. Наружный слой щитов изготавливается из поликарбоната с низкой теплопроводностью. Для фиксации температуры в щиты встраиваются термодатчики. Управление мощностью обогрева опалубки производится с помощью контроллера, с возможностью корректировки и мониторинга температуры твердения бетона через компьютер.



Рис. 1. Установка термоактивной опалубки для обогрева шпунтового соединения колонны и фундамента

Для контроля температуры в сечении бетона было применено устройство для определения теплотехнических свойств обогреваемого бетона по температуропроводности в натурных условиях (патент на

полезную модель № 123161 от 20.12.2012 г.) (рис. 2). Устройство представляет собой термопарные кабели композиции хромель-копель, сваренные концы которого равноудалены друг от друга в исследуемом образце, образующие ЭДС, которая считывается контроллером (УТК-38), данные от которого через преобразователь интерфейса (RS-232AC2) поступают в компьютер и обрабатываются через специально разработанную программу.



Рис. 2. Устройство для определения температуры обогреваемого бетона

При заливке стыков соединений колонн и фундамента применялась мелкозернистая бетонная смесь наливного типа (рис. 3). Для приготовления состава применялся портландцемент ЦЕМ I 42,5Б производства ОАО «Мордовцемент» с удельной поверхностью 360 м²/кг, природный мелкозернистый кварцевый песок с модулем крупности $M_k = 1,2$, кварцевый наполнитель, приготовленный помолом природного кварцевого песка до удельной поверхности 100 м²/кг, а также суперпластификатор Glenium® 51, который вводился в количестве 1,5% от массы цемента. Для интенсификации процесса твердения стыки в течение первых 3-х суток обогревались в диапазоне 30–40 °С, после чего твердение образцов происхо-

дило в естественных условиях. Для сопоставления результатов исследования приготавливались образцы-кубы с ребром 10 см, которые подвергались идентичному температурному воздействию в лабораторных условиях.



Рис. 3. Отверстия в колонне для заливки шпунтового соединения колонны и фундамента

Результаты исследования и их обсуждение

В табл. 1 приведен состав бетонной смеси наливного типа, способный проникать в узкие стыковые зоны каркасных конструкций, закрытые пустоты в теле бетона и железобетона, позволяющий инъекционировать смесь через предельно малые отверстия (2–6 мм) без частичного разрушения конструкции. Разработанная смесь имеет низкое водотвердое отношение за счет внедрения суперпластификатора на основе поликарбоксилатного эфира, что положительно сказывается на ранней прочности.

Таблица 1

Номер состава	Содержание компонентов смеси, масс. %			Glenium® 51, % от массы цемента	Водотвердое отношение	Расплав смеси на ЛВС, мм
	Цемент	Наполнитель	Песок			
1	50	15,6	34,4	1,5	0,165	300

Исследования кинетики твердения бетонной смеси предполагали выявление роли изотермической температуры обогрева в первые трое суток на формирование прочности составов. В табл. 2 представлены режимы обогрева залитых стыков колонн и фундамента с помощью термоактивной опалубки.

Анализ результатов показывает, что при увеличении температуры обогрева залитого стыка от 30 до 35 °С происходит увели-

чение удельного расхода электроэнергии на 12%. При температуре обогреваемой бетонной смеси 40 °С, данный показатель увеличивается на 27%. Из этого следует, что рост температуры с равным шагом 30 – 35–40 °С в стыке конструкции сопровождается неравномерным повышением энергопотребления 0–12–27%, связанным с более высокой теплоотдачей при большем градиенте температур снаружи и внутри счита

опалубки. С этой точки зрения важным моментом исследования является определение оптимального режима обогрева бетонной смеси до достижения 70% проектной прочности класса В 30. На рис. 4 представлены показатели прочности данного состава с различным режимом обогрева. Анализ графической зависимости свидетельствует о том, что предел прочности бетона при температурном режиме обогрева стыка 30°C составил через сутки 9 МПа, через двое суток – 22 МПа, через 3 суток – 32 МПа. Повышение удельного расхода электроэнергии на прогрев 1 м³ бетона с 62 до 70 кВт·ч/м³ позволило организовать изотермический обогрев при 35 ± 2°C. При этом предел

прочности бетона через сутки составил 9,9 МПа, через двое суток – 24,5 МПа, через 3 суток – 34 МПа. Наилучший результат прочности в течение трех суток показал состав, твердевший при 40 ± 2°C – 11, 29,8 и 37,7 МПа соответственно. Исследования показали, что повышение температуры обогрева бетона в термоактивной опалубке с 30 до 40°C требует увеличения мощности термоактивной опалубки на 27%, что объективно приводит к увеличению энергозатрат, однако при данном режиме обогрева бетонная смесь достигает прочности более 70% от проектной (В 30) уже на вторые сутки, что позволяет, наоборот, снизить энергоемкость данного процесса до 9%.

Таблица 2

№ п/п	Удельный расход электроэнергии, кВт·ч/м ³	Среднесуточная температура окружающего воздуха, $t_{\text{в}} \pm 5^\circ\text{C}$	Температура бетона по сечению, $t_{\text{с}} \pm 2^\circ\text{C}$
1	62	-22	30 ± 2
2	70	-22	35 ± 2
3	85	-22	40 ± 2

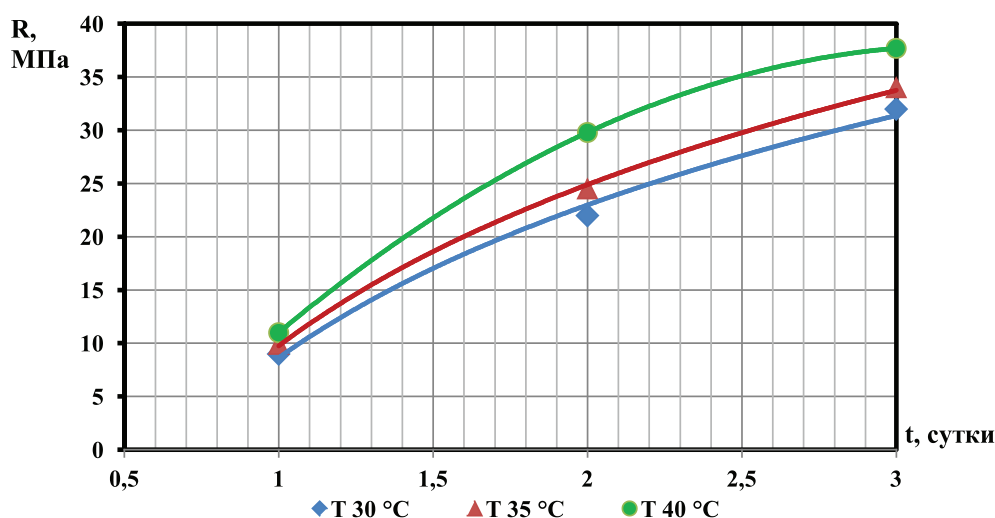


Рис. 4. Прочность мелкозернистой бетонной смеси наливного типа в зависимости от температуры обогрева T , °C, в течение первых 3 суток

При изотермическом обогреве температура по сечению стыка обогреваемой колонны 400×400 мм изменялась в пределах ±2°C, что свидетельствует об обеспечении равномерного распространения тепла в бетонной конструкции.

Выводы

1. Применение автоматического программного управления процесса тепловой

обработки бетона в термоактивной опалубке позволило снизить удельный расход электроэнергии на прогрев 1 м³ бетона на 15–38%.

2. В сравнении с термоактивными опалубками первых поколений энергоэффективность достигается за счет более равномерного обогрева, автоматизации управления технологическим процессом, учета экзотермии бетона и высокой теплоотдачи греющих щитов опалубки.

3. Прогрев бетона в течение 2 суток при 40°C позволяет получить бетонные смеси, имеющие не менее 70 % проектной прочности класса В30.

Список литературы

1. Бетонные и железобетонные работы / К.И. Башлай, В.Я. Гендин, Н.И. Евдокимов и др.; под ред. В.Д. Топчия. – 2-е изд. – М.: Стройиздат, 1987. – 320 с.
2. Изотов В.С. Химические добавки для модификации бетона. – М.: Изд. Палеотип, 2006. – 244 с.
3. Кинетика набора прочности цементного камня с модифицирующими добавками / Л.М. Добшиц, О.В. Кононова, С.Н. Анисимов // Цемент и его применение. – 2011. – № 4. – С. 104–107.
4. Крылова Б.А. Руководство по прогреву бетона в монолитных конструкциях / Б.А. Крылова, С.А. Амбарцумян, А.И. Звездова. – М., 2005. – 275 с.
5. Минаков Ю.А., Кононова О.В., Анисимов С.Н., Грязина М.В. Управление кинетикой твердения бетона при отрицательных температурах // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 4 (часть 2). – С. 307–311.
6. Миронов С.А. Теория и методы зимнего бетонирования. – 3-е изд. – М.: Стройиздат, 1975. – 750 с.

References

1. Bashlaj K.I., Gendin V.Ja., Evdokimov N.I. pod red. Topchija V.D., *Betonnye i zhelezobetonnye raboty* 2 Izd., Moscow, Strojizdat, 1987. 320 p.
2. Izotov V.S., *Himicheskie dobavki dlja modifikacii betona*, Moscow, Paleotip, 2006. 244 p.
3. Dobshic L.M., Kononova O.V., Anisimov S.N., *Cement i ego primenenie*., 2011, no. 4. pp. 104–107.
4. Krylova B.A., Ambarcumjan S.A., Zvezdova A.I., *Rukovodstvo po progrevu betona v monolitnyh konstrukcijah*, Moscow, 2005. 275 p.
5. Minakov Ju.A., Kononova O.V., Anisimov S.N., Grjazina M.V., *Fundamental'nye issledovanija*. 2013, no. 4, part 2, pp. 307–311.
6. Mironov S.A. *Teorija i metody zimnego betonirovanija* 3 Izd., Moscow, Strojizdat, 1975. 750 p.

Рецензенты:

Салихов М.Г., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой автомобильных дорог, ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет», г. Йошкар-Ола;

Краснов А.М., д.т.н., профессор кафедры строительных материалов и технологии строительства, ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет», г. Йошкар-Ола.

Работа поступила в редакцию 28.07.2014.

УДК 665.3

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ЖИРОВОЙ КОМПОНЕНТ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРАЛИНОВЫХ КОНФЕТ

Никонович С.Н.*ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет»,
Краснодар, e-mail: umu_224@mail.ru*

Исследована возможность использования смеси растительных масел с CO_2 -экстрактом шиповника (СМР), при этом смесь растительных масел содержала оливковое, льняное, подсолнечное и кукурузное масла в соотношении 47:23:14:16, при производстве жиросодержащих пралиновых конфет с целью улучшения их реологических показателей, понижения калорийности и жироемкости, повышения пищевой ценности, придания функциональных свойств. С соответствием с суточными физиологическими потребностями здорового человека в биологически активных веществах, влиянием количества углекислотных экстрактов на устойчивость к окислению и органолептическими характеристиками разработана смесь растительных масел, сбалансированных по трем кислотам: олеиновой (50%), линолевой (20%) и линоленовой (10%). Таким образом, масло сбалансированного жирнокислотного состава при употреблении восполняет недостаток биологически активных веществ антиоксидантного действия и положительно влияет на стабилизацию функциональных расстройств организма. Содержание линоленовой кислоты в смеси на уровне 10% может привести к интенсификации окислительных процессов, что крайне нежелательно для продуктов, применяемых в функциональном питании. Наиболее перспективным в качестве антиоксиданта представляется углекислотный экстракт из растительного сырья – CO_2 -экстракт шиповника. Он содержит природный фитокомплекс антиоксидантов, который не только замедлит процесс окислительной порчи, но и внесет в смесь биологически активные вещества, способные усилить функциональное воздействие смесей масел на организм. Разработанный вид пралине отличается высокими органолептическими показателями, при этом оно имеет нежную тающую консистенцию и новый приятный цитрусовый вкус без использования искусственных ароматизаторов.

Ключевые слова: растительные масла, CO_2 -экстракты, пралиновые конфеты, функциональный жировой компонент

FUNCTIONAL FATTY COMPONENT FOR THE PRODUCTION OF PRALINE CANDIES

Nikonovich S.N.*FGBOU VPO «Kuban state technological university», Krasnodar, e-mail: umu_224@mail.ru*

To study the possibility of a mixture of vegetable oils with CO_2 -extract of dogrose, the mixture of vegetable oils contained olive, flax, sunflower and corn oil in the ratio 47:23:14:16, the production of fat-containing praline candies with a view to improve the rheological indices, decrease calorie and gironcoli, enhance nutritional value, give the functional properties. According to the daily physiological needs of a healthy person in biologically active substances, and the effect of carbon dioxide extracts for resistance to oxidation and organoleptic characteristics, developed a mixture of vegetable oils, balanced on three acid, oleic (50%), linoleic acid (20%) and linolenic (10%). Thus, oil balanced fatty acid composition in the use makes up for the lack of biologically active substances with antioxidant action and positive effect on stabilizing functional disorders of the body. The content of linoleic acid in the mixture at the level of 10% could lead to the intensification of oxidation processes, which is highly undesirable for products used in functional food. The most promising as antioxidants appears to extract carbon dioxide from plant raw materials – CO_2 -extract of dogrose. It contain natural phytocomplex antioxidants, which will not only slow down the process of oxidative damage, but will also contribute to the mixture of biologically active substances, able to enhance the functional impact of oil on the body. Developed grade praline high organoleptic indicators, while it has a delicate melting texture and new pleasant citrus flavor without the use of artificial flavorings.

Keywords: vegetable oil, CO_2 -extracts, praline candies, functional fatty component

Одним из основных рецептурных компонентов кондитерских изделий являются жировые компоненты. Анализ жирнокислотного состава растительных жиров, широко используемых в производстве кондитерских изделий, показал, что не всегда растительный жир является сбалансированным и содержит незаменимые жирные кислоты [2].

Задачей исследования являлась разработка рецептуры пралиновых конфет пониженной калорийности и жироемкости, а также расширение ассортимента кондитерских изделий функционального назначения.

На первом этапе исследования разработан состав пралиновых конфет [4], включающий обжаренные тертые ядра орехов, сухое молоко, вкусовой наполнитель, жировой компонент, в качестве вкусового наполнителя содержащий эритритол и цитрусовое диетическое волокно в соотношении 2:3, в качестве жирового компонента добавляли взятые в соотношении 3:1 предварительно разогретое до температуры 40–45 °С пальмовое масло и смесь растительных масел с CO_2 -экстрактом шиповника, при этом смесь растительных масел содержала оливковое, льняное, подсолнечное и кукурузное масла в соотношении 47:23:14:16.

Компоненты для приготовления пралиновых конфет брали в следующем соотношении, мас. %:

сухое молоко	15,25–23,66
ядра орехов обжаренные тертые	9,15–15,75
жировой компонент	19,50–31,33
вкусовой наполнитель	40,45–47,55

При этом смесь растительных масел с CO₂-экстрактом шиповника находилась в соотношении 99:1.

Руководствуясь суточными физиологическими потребностями здорового человека в биологически активных веществах, влиянием количества углекислотных экстрактов на устойчивость к окислению и органолептическими характеристиками, разработали смесь растительных масел, сбалансированных по трем кислотам: олеиновой (50%), линолевой (20%) и линоленовой (10%). Таким образом, масло сбалансированного жирнокислотного состава при употреблении

восполняет недостаток биологически активных веществ антиоксидантного действия и положительно влияет на стабилизацию функциональных расстройств организма.

Содержание линоленовой кислоты в смеси на уровне 10% может привести к интенсификации окислительных процессов, что крайне нежелательно для продуктов, применяемых в функциональном питании.

Вследствие этого необходимо было подобрать антиоксиданты, способные стабилизировать окислительные процессы в смеси масел.

Наиболее перспективным в качестве антиоксидантов представляется углекислотный экстракт из растительного сырья – CO₂-экстракт шиповника. Он содержит природный фитокомплекс антиоксидантов, который не только замедлит процесс окислительной порчи, но и внесет в смесь биологически активные вещества, способные усилить функциональное воздействие смесей масел на организм [1]. В табл. 1 приведен жирнокислотный состав CO₂-экстракта шиповника.

Таблица 1

Жирнокислотный состав углекислотного экстракта плодов шиповника, % от суммы

Название кислот	Код	Экстракт из плодов шиповника
Каприновая	10:0	0,2
Лауриновая	12:0	0,1
Миристиновая	14:0	1,5
Пальмитиновая	16:0	4,2
Пальмитолеиновая	16:1	0,2
Стеариновая	18:0	2,0
Олеиновая	18:1	17,3
Линолевая	18:2	50,7
Линоленовая	18:3	23,8

В табл. 2 приведен состав биологически активных веществ CO₂-экстракта шиповника.

Таблица 2

Состав биологически активных веществ углекислотного экстракта плодов шиповника

Показатели	Экстракт из плодов шиповника
Содержание, мг %:	
токоферолы	290
каротиноиды	10
витамин К	15
витамин С	220
флавонолы	10,4
Эфирные масла, %	9,3

Смесь растительных масел с добавлением углекислотного экстракта подвергали ускоренному окислению, изменяя количество CO₂-экстракта шиповника, руководствуясь результатами предварительных дегустационных испытаний. Экспериментально установлено оптимальное соотношение (99:1) смеси растительных масел с CO₂-экстрактом шиповника, способная стабилизировать окислительные и гидролитические процессы в смеси растительных масел. При введении CO₂-экстракта шиповника в смесь растительных масел значительного изменения жирнокислотного состава не происходит, а следовательно, нет необходимости корректировать рецептуру.

К числу специфических особенностей органолептических характеристик эритрола относят возникновение при его

потреблении эффекта «прохлады», связанного с достаточно высоким поглощением тепла при растворении этого соединения.

По сравнению с ранее известными сахарозаменителями этот продукт обладает целым рядом несомненных достоинств. Так, прежде всего, он в максимальной степени отвечает понятиям 100%-ного природного и натурального компонента. Это связано с тем, что эритритол естественным образом входит в состав многих видов фруктов, овощей и других продуктов. Внешне эритритол представляет собой белый кристаллический порошок с чистым сладким вкусом, подобным вкусу сахарозы, со сладостью, равной 60–70% от ее степени сладости. Физиологические исследования и клинические испытания эритритола позволили сделать важный вывод о том, что его потребление не приводит к сдвигу в плазме крови уровней содержания глюкозы и инсулина. Это открывает возможность включения эритритола в качестве эффективного сахарозаменителя в рацион больных диабетом. Также эритритол может рассматриваться как продукт, относящийся к классу веществ, обычно называемых «друзьями зубов», т.е. веществ, обладающих явно выраженными антикариесными свойствами.

Безопасность длительного потребления эритритола обоснована рядом длительных всесторонних клинических и токсикологических испытаний, проведенных в различных странах, и закреплена соответствующими нормативными документами. Согласно международным документам, эритритолу присвоен наивысший возможный статус безопасности, в связи с чем возможная дневная норма его потребления «не имеет ограничений».

Использование в рецептуре пралиновых конфет цитрусового диетического волокна, которое извлекается из клеточного материала высушенной апельсиновой мякоти именно путем механической обработки, без использования химических реагентов, путем открытия и расширения структурной ячейки апельсинового волокна, позволяет улучшить вкусовые характеристики, обогатить диетической клетчаткой, снизить содержание жирового компонента до 50% и калорийность продукта.

Благодаря содержанию полезной для здоровья диетической клетчатки, цитрусовое диетическое волокно позитивно воздействует на физиологические процессы организма человека: очищает от шлаков, снижает холестерин, выводит тяжелые металлы, улучшает функционирование желудочно-кишечного тракта. Обладает высокой жиросвязывающей способностью, эмульгирующими, стабилизирующими, структурообразующими свойствами, антиоксидантным действием, снижает обсемененность микроорганизмами, увеличивая тем самым

срок хранения пищевых продуктов. Улучшает питательную ценность, так как является продуктом функционального назначения, благодаря содержанию полезной для здоровья человека диетической клетчатки.

Результаты исследований показали, что увеличение или снижение соотношения компонентов наполнителя отрицательно сказывается на органолептических и реологических показателях.

Введение в пралиновую массу оптимального количества (2:3) эритритола и цитрусового диетического волокна приводит к повышению температуры ее застывания, что вероятнее всего связано с тем, что компоненты, входящие в состав опытных образцов, имеют большее значение коэффициента теплопроводности.

Теплопроводность жировой массы влияет на скорость кристаллизации жира, а процесс роста кристаллов является важной стадией процесса кристаллизации и его ускорение ведет к сокращению времени охлаждения [3].

Установили, что совместное внесение эритритола, цитрусового диетического волокна и смеси растительных масел способствует увеличению вязкости пралиновой массы. Оптимальная вязкость массы составляет 250–310 Па·с. С уменьшением содержания жирового компонента в рецептуре дисперсная среда находится в связанном состоянии, в результате чего структура уплотняется, происходит повышение энергии связи между частицами, а также число коагуляционных контактов между ними. Поэтому при введении эритритола, цитрусового диетического волокна и смеси растительных масел эффективная вязкость массы увеличивается.

Технологический процесс приготовления пралиновых конфет включает следующие операции [5].

В смеситель с обогревом загружают сухое молоко, ядра орехов обжаренные тертые, эритритол и цитрусовое диетическое волокно. 0,55–0,60 частей от его общего количества жирового компонента, содержащего в соотношении 3:1 предварительно разогретое в temperирующей машине до температуры 40–45°C пальмовое масло и смесь растительных масел с CO₂-экстрактом шиповника. При этом смесь растительных масел с CO₂-экстрактом шиповника находится в соотношении 99:1, а смесь растительных масел состоит из оливкового, льняного, подсолнечного и кукурузного масел в соотношении 47:23:14:16.

Компоненты смешивают до однородного (гомогенного) состояния массы, температура массы при перемешивании 35–50°C. Далее массу направляют в приемную емкость с вымешивающими шнеками на вальцевание до достижения степени измельчения 93% по Реутову. При измельчении массы размеры частиц твердой фазы в результате раздавливания уменьшаются, по-

этому общая поверхность твердых частиц возрастает. Количество жировой композиции, введенное перед вальцеванием, недостаточно для связывания частиц в однородную массу. Измельченный полуфабрикат пралиновой массы после размолла приобретает порошкообразную консистенцию.

Измельченную массу, предварительно подогретую при темперировании до 29–36°C, загружают в микс-машину и смешивают с оставшимся количеством жирового компонента. Эта операция называется отминкой. После чего массу температурой 32–35°C направляют в гомогенизатор для гомогенизации под давлением 50 бар до достижения степени измельчения 98% по Реутову. Это позволяет достичь равномерного распределения вносимых добавок в жировую фазу по всему объему пралиновой массы за счет увеличения степени дисперсности твердых частиц массы, что позволяет увеличить степень биодоступности функциональных ингредиентов.

Готовая пралиновая масса подается на дополнительное охлаждение (темперирование в тонком слое) в трехвалковую мельницу, внутри валков которой подается вода ($t = 9...18^\circ\text{C}$). Для того, чтобы пралиновая масса хорошо формовалась, её необходимо охлаждать в тонком слое до 26–28°C.

Формующий механизм машины снабжен двумя зубчатыми валками и водяной рубашкой для обогрева. В нижней части камеры формующего механизма в пазы вставляются матрицы четырех видов с отверстиями прямоугольного или круглого сечения различных размеров, а также для формирования пласта. Масса выпрессовывается на ленту транспортера.

Жгуты охлаждаются на транспортере с клеенчатой лентой, лежащей на прорезиненной транспортной ленте.

После охлаждения в течение 7...8 мин жгуты температурой 26...28°C отправляют на резку конфетного пласта на отдельные корпуса размером 38×40×19 мм. Резка конфетного пласта осуществляется гильотинным ножом.

Далее пралиновые корпуса подаются на охлаждение в охлаждающий шкаф. Во время движения корпуса обдуваются воздухом температурой 18...25°C. После охлаждения корпуса температурой 24...26°C направляются на завертку и упаковку в гофрокороба.

Опытные образцы пралиновой массы, приготовленные с добавлением смеси оливкового, льняного, подсолнечного и кукурузного масел с CO_2 -экстрактом шиповника, по основным показателям отличаются от контрольного образца, в них полностью отсутствует сахароза и содержание жира в них ниже на 3,5–9,5%, а энергетическая ценность в них ниже на 8,9–9,6%.

Органолептические показатели качества – наиболее важные показатели, харак-

теризующие привлекательность разработанных изделий для потребителей. Данные показывают, что разработанный сорт пралины отличается высокими органолептическими показателями, при этом оно имеет нежную тающую консистенцию и новый приятный цитрусовый вкус без использования искусственных ароматизаторов.

Основными результатами исследования являются улучшение качества готовой продукции, повышение пищевой ценности, а также предотвращение синерезиса и увеличение сроков годности изделий.

Список литературы

1. Никонович С.Н. Разработка новых типов растительных масел и биологически активных добавок для функционального питания: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Краснодар, 2003. – 24 с.
2. Обогащение конфетных пралиновых масс полиненасыщенными жирными кислотами / И.Б. Красина, Н.А. Тарасенко, В.В. Зоря, П.С. Красин, Ю.А. Беляева // Изв. вузов. Пищевая технология. – 2011. – № 5–6. – С. 35–36.
3. Тарасенко Н.А., Никонович С.Н. Разработка рецептуры пралиновых конфет с функциональным жировым компонентом // Изв. вузов. Пищевая технология. – 2014. – № 1. – С. 64–66.
4. Тарасенко Н.А., Никонович С.Н., Красина И.Б., Красин П.С. Состав для производства пралиновых конфет с функциональным жировым компонентом // Патент России № 2513140. 2014. Бюл. № 11.
5. Технологические возможности использования растительных жиров в производстве пралиновых конфет / И.Б. Красина, В.В. Зоря, Н.А. Тарасенко, Ц.Д. Саркисян // Изв. вузов. Пищевая технология. – 2012. – № 4. – С. 54–56.

References

1. Nikonovich S.N. Razrabotka novykh tipov rastitel'nykh masel i biologicheski aktivnykh dobavok dlja funkcional'nogo pitaniya: Avtoref. dis. ... kand. tehn. nauk. Krasnodar, 2003. 24 p.
2. Obogashhenie konfetnykh pralinovykh mass polinenasys-hennymi zhirnymi kislotami. I.B. Krasina, N.A. Tarasenko, V.V. Zorja, P.S. Krasin, Ju.A. Beljaeva. Izv. vuzov. Pishhevaya tehnologija. 2011. no. 5–6. pp. 35–36.
3. Tarasenko N.A., Nikonovich S.N. Razrabotka receptury pralinovykh konfet s funkcional'nykh zhirovym komponentom. Izv. vuzov. Pishhevaya tehnologija. 2014. no. 1. pp. 64–66.
4. Tarasenko N.A., Nikonovich S.N., Krasina I.B., Krasin P.S. Sostav dlja proizvodstva pralinovykh konfet s funkcional'nykh zhirovym komponentom. Patent Rossii no. 2513140. 2014. Bjul. no. 11.
5. Tehnologicheskie vozmozhnosti ispol'zovaniya rastitel'nykh zhirov v proizvodstve pralinovykh konfet. I.B. Krasina, V.V. Zorja, N.A. Tarasenko, C.D. Sarkisjan. Izv. vuzov. Pishhevaya tehnologija. 2012. no. 4. pp. 54–56.

Рецензенты:

Мартовщук В.И., д.т.н., профессор кафедры технологии жиров, косметики, товароведения, процессов и аппаратов, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар;

Калманович С.А., д.т.н., профессор, заведующая кафедрой технологии жиров, косметики, товароведения, процессов и аппаратов, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар.

Работа поступила в редакцию 28.07.2014.

УДК 612.843.5

ТЕСТИРОВАНИЕ ЗРИТЕЛЬНО-МОТОРНОЙ СИСТЕМЫ ВОДИТЕЛЯ АВТОТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА МЕТОДОМ РЕАКЦИИ НА ДВИЖУЩИЙСЯ ОБЪЕКТ

¹Песошин А.А., ¹Чернышов Д.Е., ²Роженцов В.В.¹ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ», Казань, e-mail: pesoshin@gmail.com;²ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет»,
Йошкар-Ола, e-mail: VRozhentsov@mail.ru

Показана возможность тестирования зрительно-моторной системы водителя автотранспортного средства (АТС) разработанным методом реакции на движущийся объект (РДО), отличающимся наличием дефицита времени при выполнении задачи. Обследовано 15 курсантов автошколы в два этапа. На первом этапе на экране видеомонитора разработанного аппаратно-программного комплекса предъявлялось АТС, движущееся по пути, на котором появлялось препятствие. Задавалось время, обуславливающее дефицит времени при выполнении испытуемыми экстренного торможения. Определялось минимальное время, необходимое для торможения без столкновений, при котором измерялись зрительно-моторные характеристики – время реакции водителя АТС и время нажатия на педаль тормоза. На втором этапе тестировалась РДО. На экране видеомонитора по окружности двигался точечный объект, на его пути появлялась метка. Задавалось время, обуславливающее дефицит времени при выполнении остановки объекта в области метки, измерялось отклонение остановленного объекта от метки. Минимальное заданное время, необходимое для выполнения задачи тестирования, определялось по абсциссе точки графика в координатах «заданное время – отклонение», после которой значения отклонений стабилизировались. Непараметрический корреляционный анализ по коэффициенту ранговой корреляции Спирмена показал наличие значимой взаимосвязи значений минимального заданного времени стабилизации времени РДО со временем реакции водителя АТС и временем нажатия на педаль тормоза.

Ключевые слова: водитель автотранспортного средства, зрительно-моторная система, время реакции, реакция на движущийся объект (РДО)

TESTING OF VISUAL-MOTOR SYSTEM OF VEHICLE DRIVER USING THE REACTION TO MOVING OBJECT METHOD

¹Pesoshin A.A., ¹Chernyshov D.E., ²Rozhentsov V.V.¹Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev,
Kazan, e-mail: pesoshin@gmail.com;²Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola, e-mail: VRozhentsov@mail.ru

This paper considers the possibility to test visual-motor system of a vehicle driver by using a developed reaction to moving object method with introduced timing limitations. We have examined 15 students of driving school in two stages. On the first stage students have observed a vehicle moving along the road with a barrier pop upped in random location on it. Objects were shown on the screen of a developed computer appliance; time limitation for emergency braking was set. We have determined the minimal time which is necessary for a driver to avoid crashes. Also we have measured visual-motor characteristics which are vehicle driver's reaction time and time of pressing on brake pedal. On the second stage we have examined the reaction to moving object (stimulus). A spot object moved round the circle on the screen, a mark pop upped in random location on object's path. Students have acted in the conditions of set timing limitations; they tried to stop the moving object on the location of the mark. We have measured a deviation of the stopped object from the mark. Next we determined the point of stabilization of deviation values on the corresponding time plot. This point's abscissa was taken into account in further analysis as a value of minimal timing limitations required for a vehicle driver to accurately perform the test. According to the nonparametric correlation analysis based on Spearman's rank correlation coefficient the values of minimal set timing limitations required for stabilization of reaction to moving object time have been significantly connected with both reaction time and time of pressing on brake pedal of a vehicle driver.

Keywords: vehicle driver, visual-motor system, reaction time, reaction to moving object

Предупреждение и сокращение количества дорожно-транспортных происшествий (ДТП) является одной из актуальных проблем общества. К факторам, обуславливающим возможность ДТП, наряду с другими относятся уровень квалификации водителя, его физические и психофизиологические характеристики [2]. При этом исключительно важное значение имеет время реакции водителя, являющееся интегральным показателем состояния зрительно-моторной

системы. Большое время реакции увеличивает риск возникновения ДТП, что может повлечь за собой как экономические потери, так и человеческие жертвы.

Как показано в работе [8], большинство исследователей принимают за время реакции водителя АТС время от момента предъявления внешнего стимула, например светового или звукового сигнала, до адекватного дорожной ситуации воздействия на органы управления АТС, например,

нажатия на педаль тормоза, поворота руля или задействования рычага стояночного тормоза.

Профессиональная деятельность водителя АТС как представителя разновидности человеко-машинной системы «водитель – АТС – дорога – среда», сопряжена с возможностью возникновения экстремальных ситуаций, требующих экстренного торможения в условиях, связанных с дефицитом времени.

Время реакции при экстренном торможении состоит из времени обнаружения стимула, осознания и принятия решения о необходимости торможения и первичного движения ноги. В то же время выделяют интервалы времени, соответствующие срабатыванию тормозной системы, нарастанию замедления АТС и непосредственно торможению [3]. В данной работе авторы в качестве зрительно-моторных характеристик водителя АТС рассматривают два интервала времени, первый из которых соответствует времени T_p реакции от момента предъявления стимула до момента касания педали тормоза, второй – времени $T_{наж}$ нажатия на педаль тормоза от момента касания педали до окончания нарастания замедления АТС.

Одним из широко распространенных показателей, оценивающих восприятие временных и пространственных характеристик движения, является точность в реакциях на движущийся объект (РДО) [4]. Поскольку классический подход применения метода РДО не предполагает наличия дефицита времени, авторами ранее разработан метод [5], позволяющий определить индивидуальное значение минимального времени, необходимого для зрительного восприятия внезапно появляющейся метки и остановки движущегося объекта в момент предполагаемого совпадения его положения с положением метки, при котором сохраняется точность двигательных действий, проявляющаяся в РДО.

Ввиду близости процедуры тестирования предложенным методом и профессиональной деятельности водителя АТС в условиях дефицита времени задача тестирования зрительно-моторной системы водителя АТС предложенным методом РДО является выполнимой.

Цель исследования – показать возможность тестирования зрительно-моторной системы водителя АТС предложенным методом РДО.

Материал и методы исследования

В обследовании приняло участие 15 обученных испытуемых, курсантов автошколы Казанского наци-

онального исследовательского технического университета им. А.Н. Туполева, в возрасте от 16 до 20 лет. Измерения выполнялись в первой половине дня с 9 до 12 ч.

Для определения индивидуальных значений зрительно-моторных характеристик водителя АТС проводились измерения по методике, описанной авторами ранее в работе [9].

Испытуемые выполняли серии измерений, в первой из которых задавалось время $t_{зад}$, равное 0,8 с, обуславливающее дефицит времени при выполнении испытуемым задачи экстренного торможения. Это время необходимо испытуемому для зрительного восприятия появляющегося на экране видеомонитора препятствия, отпускания правой ноги с педали подачи топлива, переноса ее на педаль тормоза и прикосновения к ней (время T_p реакции) и выполнения полного нажатия на нее (время $T_{наж}$).

Если в первой серии измерений испытуемым не было допущено столкновений с препятствием, то уменьшали значение времени $t_{зад}$ на 0,1 с, испытуемый аналогичным образом выполнял вторую и последующие серии измерений с уменьшением времени $t_{зад}$ до тех пор, пока не допустит в очередной серии столкновения с препятствием. В случае если в первой серии измерений испытуемым были допущены столкновения, то увеличивали значение времени $t_{зад}$ на 0,1 с, испытуемый аналогичным образом выполнял вторую и последующие серии измерений до тех пор, пока в очередной серии не допускал столкновений.

Искомое время T_p реакции принимали равным среднеарифметическому значению $\bar{T}_p$ времени реакции в серии с минимальным значением $t_{мин}^*$ заданного времени, в которой испытуемый не допустил столкновений АТС с препятствием, время $T_{наж}^*$ – среднеарифметическому значению $\bar{T}_{наж}$ времени нажатия в этой серии.

Для определения индивидуальных значений $t_{мин}^{**}$ минимального времени, необходимого для зрительного восприятия внезапно появляющейся на экране видеомонитора метки и остановки движущегося объекта в момент предполагаемого совпадения его положения с положением метки, проводились измерения времени $t_{отк}$ отклонения – абсолютного значения ошибки несовпадения остановки точечного объекта и метки по методике, описанной авторами ранее в работе [5].

Испытуемые выполняли серии измерений, в которых последовательно задавалось время $t_{зад}$, обуславливающее дефицит времени при выполнении испытуемым задачи остановки движущегося объекта, последовательно равное 0,1; 0,2; ...; 0,8 с. Вычисленное в каждой серии измерений среднеарифметическое значение $\bar{t}_{отк}$ времени отклонения отмечалось в координатах «заданное время $t_{зад}$ – оценка $\bar{t}_{отк}$ времени РДО», строился график функции $\bar{t}_{отк} = f(t_{зад})$. На графике определялась точка окончания переходного процесса и начала квазистационарного процесса, в котором наблюдается естественная вариабельность значений $\bar{t}_{отк}$ времени отклонения, обусловленная стохастичностью организма испытуемых, как сложного биологического объекта. По положению этой точки оценивалось искомое значение $t_{мин}^{**}$ (абсцисса) и точность двигательных действий, характеризующая стабилизированным значением времени $T_{РДО}^{**}$ РДО (ордината).

Измерения зрительно-моторных характеристик водителя АТС выполнялись с использованием разра-

ботанного аппаратно-программного комплекса контроля навыка торможения водителя АТС «Тест водителя-1» [6], измерения времени отклонения по методу РДО – программы для ПЭВМ оценки времени РДО [7]. Параметры тестирования по обоим методам были схожими друг с другом.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате измерений зрительно-моторных характеристик водителя АТС для одного из испытуемых Ш. получены зна-

чения, представленные в виде графика на рис. 1. В таблице приведено количество столкновений АТС с препятствием, допущенных испытуемым в сериях измерений.

Таким образом, стабилизация значений времени T_p^* реакции испытуемого, равного 0,352 с, и времени $T_{наж}^*$ нажатия на педаль тормоза, равного 58 мс, произошла в серии измерений при минимальном заданном времени $t_{зад}^*$ равном 0,5 с.

Результаты измерений зрительно-моторных характеристик испытуемого Ш.

Заданное время $t_{зад}$, с	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4
Количество столкновений	0	0	0	0	2

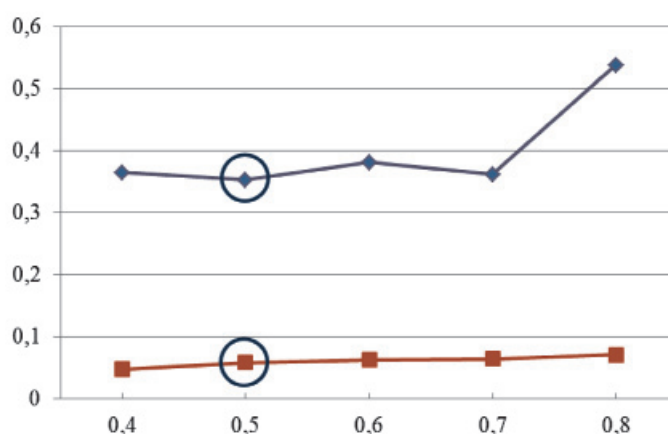


Рис. 1. Графики функций $\bar{T}_p = f(t_{зад})$ и $\bar{T}_{наж} = f(t_{зад})$ испытуемого Ш. По горизонтальной оси – заданное в серии измерений время $t_{зад}$, с; по вертикальной оси – среднеарифметические значения времени $\bar{T}_p$ и $\bar{T}_{наж}$, с; верхний график – время $\bar{T}_p$ реакции; нижний график – время $\bar{T}_{наж}$ нажатия на педаль тормоза. Овалы выделены искомые значения времени T_p^* реакции и $T_{наж}^*$ нажатия на педаль тормоза

В результате измерений времени отклонения точечного объекта от метки по методу РДО для этого же испытуемого Ш. получены следующие среднеарифметические значения $\bar{t}_{отк}$ времени отклонения, мс: 137,9; 59; 21,3; 19,2; 25,5; 26,7; 13,6; 19,6.

Ввиду вариабельности значений времени отклонения точку ($t_{мин}^{**}$; $T_{РДО}^{**}$) выхода графика функции $\bar{t}_{отк} = f(t_{зад})$ на плато находили исходя из условия окончания переходного процесса, после которого имеет место неравенство [1]:

$$|T_{РДО}^{**} - \bar{T}_{РДО}| \leq \Delta/2, \quad (*)$$

где $\bar{T}_{РДО}$ – среднеарифметическое значение оценок $\bar{t}_{отк}$ в квазистационарном процессе;

$\Delta = (\bar{t}_{отк}^{max} - \bar{t}_{отк}^{min})$ – вариационный размах значений оценок $\bar{t}_{отк}$ в квазистационарном процессе; $\bar{t}_{отк}^{max}$ – максимальное значение оценок $\bar{t}_{отк}$ в квазистационарном процессе; $\bar{t}_{отк}^{min}$ – минимальное значение оценок $\bar{t}_{отк}$ в квазистационарном процессе.

При рассмотрении в качестве квазистационарного процесса последовательностей по 3 точки графика, первая из которых удовлетворяет условию (*), получены 2 последовательности при значениях заданного времени $t_{зад}$ 0,3–0,5 с и 0,5–0,7 с. Из них выбрана первая, так как вариационный размах значений оценок $\bar{t}_{отк}$ времени РДО в ней меньше. График функции $\bar{t}_{отк} = f(t_{зад})$ показан на рис. 2.

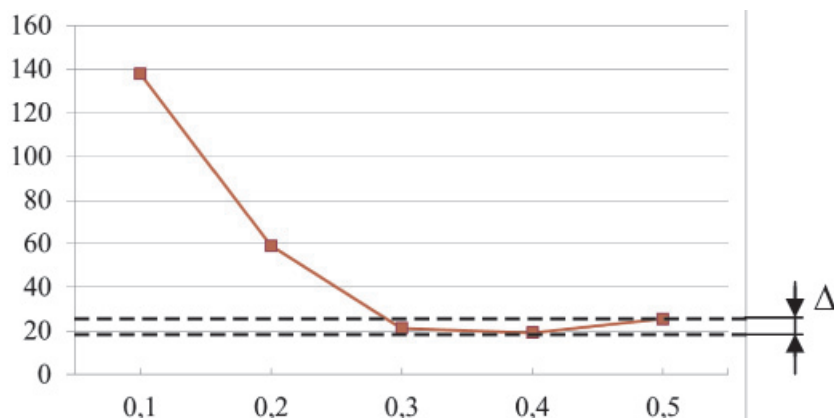


Рис. 2. График функции $\bar{t}_{отк} = f(t_{зад})$ испытуемого Ш. По горизонтальной оси – заданное в серии измерений время $t_{зад}$, с; по вертикальной оси – среднее арифметическое значение $\bar{t}_{отк}$ в серии измерений, мс. Обозначения величин в тексте

Таким образом, для данного испытуемого стабилизация времени $T_{РДО}^{**}$ РДО, равного 23,1 мс, произошла при заданном в серии измерений времени $t_{мин}^{**}$, равном 0,3 с.

Диаграммы индивидуальных результатов испытуемых по обследованной группе представлены на рис. 3.

Установлено, что индивидуальное значение времени $t_{мин}^{**}$ стабилизации зритель-

но-моторных характеристик водителя АТС по обследованной группе составило от 0,5 до 0,9 с; значение времени T_p^* реакции – от 0,353 до 0,620 с; значение времени $T_{наж}^*$ нажатия – от 50 до 144 мс; индивидуальное значение времени $t_{мин}^{**}$ стабилизации времени РДО – от 0,3 до 0,6 с; значение времени $T_{РДО}^{**}$ РДО – от 10,5 до 30,8 мс.

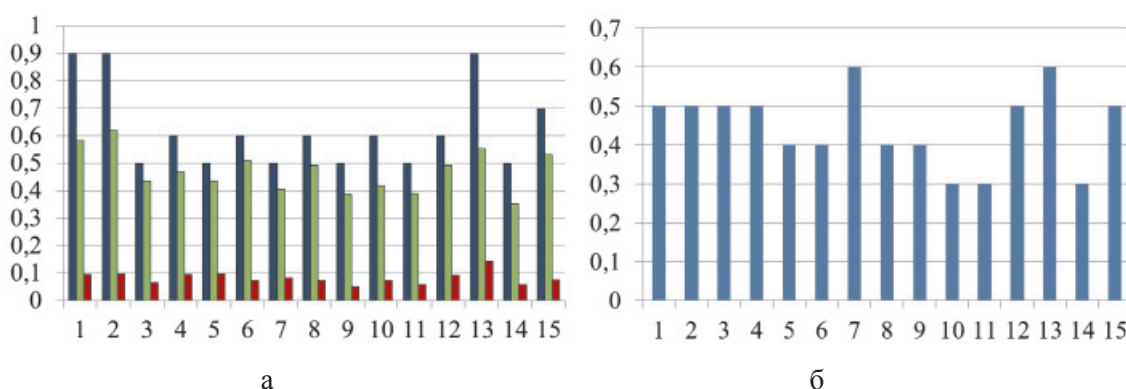


Рис. 3. Диаграммы индивидуальных результатов измерений по группе из 15 человек:
а – результаты измерений зрительно-моторных характеристик водителя АТС; по горизонтальной оси – порядковые номера испытуемых; по вертикальной оси – значения времени, с; столбцы испытуемых слева направо: первый – минимальное заданное время $t_{мин}^*$; второй – время T_p^* реакции; третий – время нажатия; б – результаты измерений времени отклонения методом РДО; по горизонтальной оси – порядковые номера испытуемых; по вертикальной оси – время $t_{мин}^{**}$ стабилизации оценки времени РДО, с.

Непараметрический корреляционный анализ значений результатов измерений зрительно-моторных характеристик водителя АТС по обследованной группе показал наличие значимой корреляции заданного времени $t_{мин}^*$ со временем T_p^* реакции по коэффициенту R ранговой корреляции Спирмена, составившему 0,904 при уровне

значимости p , равном 0,001, а также со временем $T_{наж}^*$ нажатия ($R = 0,614$, $p = 0,015$). Таким образом, успешность выполнения экстренного торможения в большей степени зависит от скорости реагирования на опасность, чем от скорости нажатия на педаль тормоза, что также объясняется порядками величин и их значимой корреляцией ($R = 0,672$, $p = 0,006$).

Анализ взаимосвязи результатов измерений времени отклонения по методу РДО и величин зрительно-моторных характеристик водителя АТС показал наличие значимой корреляции заданного времени $t_{\min}^{**}$ со временем T_p^* ($R = 0,583$, $p = 0,022$) реакции водителя АТС и со временем $T_{\text{наж}}^*$ ($R = 0,625$, $p = 0,012$) нажатия на педаль тормоза.

Заключение

Таким образом, показана возможность применения предложенного метода РДО для тестирования зрительно-моторной системы водителя АТС, что может быть использовано при предрейсовом контроле состояния водителя АТС.

Список литературы

1. Гудвин Г.К., Гребе С.Ф., Сальгадо М.Э. Проектирование систем управления: пер. с англ. А.М. Епанешникова. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. – 911 с.
2. Ермаков Ф.Х. Технические особенности расследования и установления причин ДТП. – Казань: Изд-во «Отечество», 2007. – 294 с.
3. Клебелсберг Д. Транспортная психология. – М.: Транспорт, 1989. – 366 с.
4. Методы и портативная аппаратура для исследования индивидуально-психологических различий человека / Н.М. Пейсахов, А.П. Кашин, Г.Г. Баранов и др. / под ред. В.М. Шадрина. – Казань: Изд-во Казанск. ун-та, 1976. – 238 с.
5. Патент РФ № № 2408265, 10.01.2011.
6. Полезная модель РФ № № 127984, 10.05.2013.
7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № № 2008615339, 07.11.2008.
8. Jurecki R.S., Stanczyk T.L. The test methods and the reaction time of drivers // *Eksplotacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability*. – 2011. – № 3. – Р. 84–91.

9. Pesoshin A.A., Rozhentsov V.V. Method of Testing of Driver's Response to Danger // *European Researcher*. – 2012. – Vol. 26, № 8–1. – P. 1135–1137.

References

1. Goodwin G.C., Graebe S.F., and Salgado M.E. *Proektirovanie Sistem Upravleniya: perevod s angliyskogo A.M. Epaneshnikova* [Control System Design: translation into English by A.M. Epaneshnikov]. Moscow, 2004. 911 p.
2. Ermakov F.Kh. *Tekhnicheskie osobennosti rassledovaniya i ustanovleniya prichin DTP* [Technical details of causes of traffic accidents' investigation and detection]. Kazan, Otechestvo, 2007. 294 p.
3. Klebelsberg D. *Transportnaya psikhologiya* [Traffic psychology]. Moscow, Transport, 1989. 366 p.
4. Peysakhov N.M., Kashin A.P., Baranov G.G., and Vagapov R.G. *Metody i portativnaya apparatura dlya issledovaniya individualno-psichologicheskikh razlichiy cheloveka* [Methods and portable equipment for investigations of individual psychological differences of human]. Kazan, 1976. 238 p.
5. Patent RU no. 2408265, 10.01.2011.
6. Utility model RU no. 127984, 10.05.2013.
7. Certificate of state registration of computer programs RU no. 2008615339, 07.11.2008.
8. Jurecki R.S., Stanczyk T.L. The test methods and the reaction time of drivers // *Eksplotacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability*, 2011, no. 3, pp. 84–91.
9. Pesoshin A.A., Rozhentsov V.V. Method of Testing of Driver's Response to Danger // *European Researcher*, 2012, Vol. 26, no. 8–1, pp. 1135–1137.

Рецензенты:

Захаров В.М., д.т.н., профессор кафедры компьютерных систем, ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ», г. Казань;

Шалагин С.В., д.т.н., доцент кафедры компьютерных систем, ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ», г. Казань.

Работа поступила в редакцию 28.07.2014.

УДК 343.977

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ С УЧЕТОМ ПРАКТИКИ СУДЕБНО-СТРОИТЕЛЬНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

Сленьков В.А., Минаков Ю.А., Михеева М.А.

ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет»,
Йошкар-Ола, e-mail: ClenkovVA@volgatech.net

Выполнены исследования по определению факторов, влияющих на конечную стоимость строительно-монтажных работ. Учитывалось, что в ходе выполнения работ по договору подряда между заказчиком и подрядчиком могут возникать обстоятельства, требующие в конечном итоге изменения договорной цены. Это ошибки при проектировании объекта и работ, применение новых технологий, материалов и оборудования, которые не совпадают с проектными решениями. Кроме того, сравнительно большая длительность производственного цикла по возведению объектов капитального строительства также может быть причиной несовпадения проектной цены объекта, т.е. фактор времени влияет на изменение стоимости материалов, эксплуатации машин и оборудования, энергоресурсов. Не редки случаи, когда в ходе возведения объекта в связи с изменяющимися нормативами выполняются дополнительные работы. Такая ситуация приводит к увеличению цены, является конфликтной, вызывает судебные споры, теряется время, требуются дополнительные затраты. Проведенные судебно-строительные экспертизы позволили сформулировать рекомендации о том, какие действия необходимо предпринимать заказчику и подрядчику для предотвращения судебных споров по договорам строительного подряда. Должны быть четко регламентированы: виды выполняемых работ, сроки их выполнения, условия и порядок обеспечения строительства материалами и оборудованием, стоимость и порядок оплаты работ (по видам); наличие или отсутствие у подрядчика права на привлечение субподрядных организаций, строительный контроль, распределение между сторонами договора риска случайной гибели и случайного повреждения строительного имущества, порядок сдачи-приемки выполненных работ, гарантии заказчика, ответственность сторон и штрафные санкции за невыполнение обязательств.

Ключевые слова: договор подряда, субподрядчик, механизм ценообразования, сметные нормативы, медиатор

STUDY OF PRICING CONSTRUCTION AND INSTALLATION WORKS ON THE PRACTICE FORENSIC BUILDING EXAMINATION

Slenkov V.A., Minakov Y.A., Mikheeva M.A.

Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola,
e-mail: ov-kononova@mail.ru, ClenkovVA@volgatech.net

Studies to identify factors affecting the final cost of the construction works. Take into account that during the performance of the work under the contract between the customer and the contractor may be circumstances that would eventually change the contract price. This is an error in the design of objects and works, the application of new technologies, materials and equipment that do not match the design decisions. In addition, the relatively long duration of the production cycle for capital construction projects can also be the cause of the discrepancy between the price of the object of the project, i.e. the time factor influencing the cost of materials, machinery and equipment, energy resources. It is not uncommon during the construction of the facility, due to changing regulations additional work. This situation leads to an increase in prices is the conflict, calls litigation, lost time, requires additional expenses. It is not uncommon during the construction of the facility, due to changing regulations additional work. This situation leads to an increase in prices is the conflict, calls litigation, lost time, requires additional expenses. The forensic examination has allowed construction to provide recommendations on what actions need to be taken to the customer and the contractor to prevent litigation on construction contracts. Must be clearly defined: types of work, terms of their execution, the conditions and procedure for the provision of construction materials and equipment, cost and method of payment works (by type); the presence or absence of the contractor of the right to use subcontractors, building control, allocation of risk between the parties to the contract of accidental loss and accidental damage to the construction of property, the order of acceptance of work performed, the customer's warranty, liability and penalties for non-compliance.

Keywords: contract, the subcontractor, the pricing mechanism, the estimated ratios, the mediator

Основные разногласия между заказчиком строительного объекта и подрядчиком, возникающие по договору строительного подряда, связаны с вопросом определения конечной цены объекта. Разрешение спорных ситуаций происходит в судах различных инстанций с привлечением экспертов. Необходимость решения споров в судебном порядке требует времени, дополнительных затрат. Для предотвращения таких споров требуется понимание того, под действием

каких факторов формируется фактическая стоимость выполненных строительно-монтажных работ, по каким причинам происходят отклонения от проектной стоимости, от чего появляется необходимость выполнять дополнительные работы и как избежать ситуаций, при которых каждая из сторон договора терпит убытки.

Цель работы – урегулирование правоотношений заказчика и подрядчика в строительном процессе за счет предотвращения

судебных споров по вопросу формирования стоимости строительства.

Задача исследования – изучить теоретические аспекты системы сметного ценообразования в строительстве, касающихся особенностей, механизма формирования цены и правового регулирования; исследовать причины отклонений фактической стоимости строительно-монтажных работ от проектных значений, разработать рекомендации по исключению судебных споров по такому фактору.

Материалы и методы исследования

Для исследования причин отклонений фактической стоимости строительно-монтажных работ от проектных использовались материалы экспертных заключений научно-исследовательской лаборатории судебных строительно-технических экспертиз (ЛССТЭ) Поволжского государственного технологического университета. При проведении исследований в части обзора практики судебных дел использовались статистические данные из открытых источников Арбитражного суда Республики Марий Эл, некоторая информация была предоставлена по письменным запросам. Споры по договорам строительного подряда в практике Арбитражного суда Республики Марий Эл остаются распространенными и значительными. За период 2011–2013 гг. поступило 401 заявление, 231 из которых удовлетворено.

Результаты исследования и их обсуждение

Механизм ценообразования в строительной отрасли представляет собой совокупность элементов цен – прямые затраты, накладные расходы и сметную прибыль. Анализ показывает, что в условиях дорожно-строительного комплекса Республики Марий Эл структура сметной стоимости установилась в следующем соотношении: прямые затраты составляют 78%, накладные расходы – 15% и сметная прибыль – 7%. При этом структура прямых затрат включает следующие составляющие и их весовые доли: стоимость материалов, конструкций, изделий (М) – 65%, расходы на оплату труда рабочих (ЗП) – 17%, эксплуатация строительных машин и механизмов (ЭМ) – 13%, прочие затраты (Зпр) – 5%. К прочим затратам, как правило, относятся расходы по обслуживанию рабочих, к которой относятся: дополнительная заработная плата производственных рабочих из-за простоев по погодным условиям, оплата отпусков, доплата бригадирам за руководство работой бригад, отчисления по социальному страхованию рабочих, затраты по содержанию пожарной и сторожевой охраны строительного объекта, по организованному набору и обучению рабочих, по содержанию производственного оборудования и инвентаря, на благоустройство строительных площадок и подготовку объектов

строительства к сдаче и другие «накладные расходы» исчисляются в процентах от полной суммы прямых затрат и изменяются в зависимости от вида строительно-монтажных работ в пределах 12–23%. На монтажные работы нормы накладных расходов установлены в процентах только к основной заработной плате рабочих (ЗП), содержащейся в составе прямых затрат. В частности, на монтаж оборудования – 70%, электромонтажные работы – 76%.

Сокращение продолжительности строительства за счет организационно-технических мероприятий приводит к экономии накладных расходов, так называемые условно-постоянные расходы. К ним относятся административно-хозяйственные расходы, износ временных сооружений, приспособлений и сетей, содержание пожарной и сторожевой охраны, содержание проектной группы. При укрупненных расчетах доля этих расходов составляет 50% от накладных расходов по общестроительным работам и 30% по специализированным организациям. Сокращение трудоемкости строительства ведет к экономии накладных расходов в среднем на 6–15 рублей на 1 час в день (норматив устанавливается соответствующими министерствами). Кроме того, накладные расходы составляют 15% от суммы основной заработной платы в прямых затратах и учитываются при сокращении затрат [7, с. 39].

Сметная прибыль (СП) – это планируемая прибыль строительной организации, закладываемая еще при проектировании в стоимость объема. Сметная прибыль является планируемой прибылью строительно-монтажной организации, источником образования фондов пополнения и модернизации собственных оборотных средств, платежей в бюджет за основные фонды, а также источником финансирования собственных капитальных вложений. Плано-вые накопления используются на улучшение культурно-бытовых условий рабочих и инженерно-технического персонала.

Как показывает анализ договорных отношений между заказчиком и подрядчиком, накладные расходы и сметная прибыль могут быть и договорными.

В этих случаях их нормативное значение определяется заказчиком или инвестором. На практике накладные расходы составляют 12–27% от прямых затрат, сметная прибыль – 6–8% от суммы прямых затрат и накладных расходов.

Как указывает д.т.н., профессор Андреев Л.С., прямые затраты составляют 75–80% от общей сметной стоимости строительства, накладные расходы 12–18% сметная прибыль – 5–8% [1].

На конечную цену строительных работ оказывают влияние применяемые строительные технологии и оборудование, которые могут не совпадать с проектными решениями. Кроме того, сравнительно большая длительность производственного цикла по возведению объектов строительства также может быть причиной несовпадения проектной цены объекта, т.к. фактор времени влияет на изменение стоимости материалов, эксплуатации машин и оборудования, энергоресурсов. Как правило, идет повышение цен на материалы, машины и оборудование. Подрядчик в таком случае предъявляет к оплате заказчику документы с новыми более высокими показателями стоимости выполненных работ. Такая ситуация является конфликтной, вызывает судебные споры.

Исследовав практику судебных дел в отношении договоров строительного подряда в Республике Марий Эл сотрудниками Лаборатории судебных строительно-технических экспертиз Поволжского государственного технологического университета, можно классифицировать по предмету споров на следующие виды:

- спорно взысканного долга по договору подряда;
- споры по нарушению сроков выполнения работ;
- споры по некачественному выполнению работ;
- споры по выполнению работ с отступлением от технической и проектной документации, нарушением нормативных требований, использованием несертифицированных строительных материалов и оборудования;
- споры по устранению ненадлежащим образом выявленных при приеме дефектов и недоделок;
- споры по нарушению порядка оплаты, задержке в выдаче исходных данных и несвоевременной поставке материалов, оборудования определенных договором;
- также споры с заказчиком возникают тогда, когда он отказывается оплатить уже выполненные объемы дополнительных работ, необходимых для дальнейшего ведения строительства, но не предусмотренных договором и несогласованных с заказчиком в установленном порядке. В таких случаях необходимо доказывать особые обстоятельства и необходимость проведения спорных дополнительных работ. Без эксперта в области строительства доказать это практически невозможно.

Обзор практики судебных дел свидетельствует об устойчивом росте количества споров, связанных с ненадлежащим исполнением обязательств по договорам строительного подряда. Динамика по-

казателей «количество поступающих обращений» и «количество дел, по которым удовлетворены требования» за период 2011–2013 годы арбитражного суда Республики Марий Эл следующая: количество споров с суммой иска до 500 тыс. рублей: в 2011 г. – 56, в 2012 г. – 60, в 2013 г. – 97; количество споров с суммой иска от 500 до 1000 тыс. рублей: в 2011 г. – 16, в 2012 г. – 17, в 2013 г. – 28 и количество споров с суммой иска свыше 1000 тыс. рублей: в 2011 г. – 18, в 2012 г. – 36, в 2013 г. – 73. Указанные споры можно классифицировать по следующим основным предметам:

- споры о признании недействительности и незаключенности договора строительного подряда;
- споры о признании недействительными актов приемки выполненных работ;
- споры по определению стоимости выполненных работ;
- споры по объему и качеству выполненных работ;
- споры по оплате дополнительных работ, выполненных подрядчиком.

Судебные споры по данным предметам отличаются особой сложностью, что практически всегда приводит к необходимости назначения строительно-технической экспертизы. Для разрешения споров за 2011–2013 годы по договорам подряда в дорожно-строительном комплексе Арбитражным судом Республики Марий Эл назначались экспертизы по 234 делам. Во всех случаях экспертных исследований, независимо от предмета спора, обсуждались вопросы стоимости работ. Формирование цены в строительстве осуществляется на стадии проектирования, заказчиком, подрядчиком, инвестором, каждый из которых преследует собственные коммерческие цели.

Экспертные исследования по определению стоимости выполненных строительно-монтажных работ проводятся на основе действующей федеральной нормативной базы.

Органом государственной власти с полномочиями по вопросам ценообразования и сметного нормирования в строительстве, которое ранее выполняло Министерство регионального развития Российской Федерации, с 18 ноября 2013 года определено вновь учрежденное Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. Приказом Минстроя России от 30.01.2014 г. № 31/пр с 1 февраля 2014 г. в Российской Федерации утверждены и вводятся в действие новые государственные элементные сметные нормы (ГЭСН) и федеральные единичные расценки, а также федеральные сметные цены на материалы, изделия и конструкции, применяемые

в строительстве, расценки на эксплуатацию строительных машин и автотранспортных средств, на перевозку грузов для строительства [2, 3, 4, 5, 7]. Новые государственные сметные нормативы внесены в федеральный реестр сметных нормативов и подлежат применению при определении сметной стоимости объектов капитального строительства, строительство которых финансируется с привлечением средств федерального бюджета.

Вслед за вступлением в силу с 1 апреля 2014 года новой полной редакции федеральной сметно-нормативной базы ценообразования производится отмена ранее утвержденных территориальных сметных нормативов и включение в федеральный реестр новых полных редакций территориальных единичных расценок. Эксперт при определении стоимости фактически выполненных работ в спорных ситуациях использует действующую сметную нормативную базу.

Выводы

Предотвращения спорных ситуаций, решаемых в судебном порядке, можно избежать при соблюдении следующих правил:

1. Правильное составление договора подряда, в котором четко регламентируются: виды выполняемых работ, сроки их выполнения, условия и порядок обеспечения строительства материалами и оборудованием, стоимости работ и порядок их оплаты, наличие или отсутствие у подрядчика права на привлечение субподрядчиков, строительный контроль, распределение между сторонами договора риска случайной гибели строительного имущества, порядок сдачи-приемки выполненных работ, способ и вид документов, с помощью которых подрядчик извещает заказчика о выявленных дополнительных работах, а также срок, в течение которого заказчик должен дать ответ заказчику, гарантии заказчика, ответственность сторон и штрафные санкции за невыполнение обязательств.

2. Соблюдение сроков предъявления заказчиков актов освидетельствования скрытых работ, актов выполнения работ по форме КС-2 и справки о стоимости работ КС-3.

3. Своевременное составление проектной документации и согласование изменений в ней.

4. При выявлении необходимости выполнения дополнительных работ необходимо получить документальное согласие заказчика. Уведомление и согласие заказчика должно быть четким и всеобъемлющим.

При неполучении от заказчика ответа (в течение 10 дней или в иной срок предусмотренный договором или законом) подрядчик обязан приостановить соответствующие работы.

5. Для разрешения спора во внесудебном порядке следует обратиться к медиа-

тору. Разрешение спора в таком случае возможно с наименьшими издержками.

Список литературы

1. Андреев А.С. Состав и структура сметной стоимости строительства и строительно-монтажных работ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ipap.ru/pages/AC_department/composition_structure_estimated (дата обращения: 12.02.2014).
2. Арбитражный процессуальный кодекс РФ: текст с изменениями и дополнениями на 1 февраля 2014 года. – М.: Эксмо, 2014. – 176 с.
3. Ардзиков В.Д. Как составлять и проверять строительные сметы. – СПб.: Издательский Дом «Питер», 2007. – 208 с.
4. Бутырин А.Ю. Теория и практика судебной строительно-технической экспертизы. – М.: Издательский Дом «Городец», 2006. – 544 с.
5. О введении в действие новых государственных сметных нормативов: Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 30.01.2014 г. № 31 / пр // Информационный бюллетень о нормативной, методической и типовой проектной документации. – 2014. – № 3.
6. Судебно-строительная техническая экспертиза объектов строительства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.niise.ru/> (дата обращения: 05.03.2014).
7. Фисун В.А. Экономика строительства: учебное пособие / В.А. Фисун – М.: РГОТУПС, 2002. – 232 с.

References

1. Andreev A.S. *Sostav i struktura smetnoy stoimosti stroitel'stva i stroitel'no-montazhnykh rabot* [Composition and structure of the estimated cost of building and construction works] Available at: http://ipap.ru/pages/AC_department/composition_structure_estimated (accessed 12.02.2014).
2. *Arbitrazhnyy processual'nyy kodeks RF: tekst s izmeneniyami i dopolneniyami na 1 fevralja 2014 goda* [Code of Arbitration Procedure of the Russian Federation: the text as amended and supplemented on February 1, 2014]. Moscow, Jeksmo, 2014, pp. 176.
3. Ardzikov V.D. *Kak sostavljat' i proverjat' stroitel'nye smety*: [How to compose and check construction cost]. 1 edition, St. Petersburg, Izdatel'skij Dom «Piter», 2007, pp. 208.
4. Butyrin A. Ju. *Teorija i praktika sudebnoj stroitel'no-tehnicheskoy jekspertizy*. [Theory and practice of judicial construction and technical expertise]. Moscow, Izdatel'skij Dom «Gorodec», 2006, pp. 544.
5. O vvedenii v dejstvie novyh gosudarstvennykh smetnykh normativov: Prikaz Ministerstva stroitel'stva i zhilishhno-kommunal'nogo hozjajstva RF ot 30.01.2014g. no. 31, pr. Informacionnyj bjulleten' o normativnoj, metodicheskoy i tipovoj proektnoj dokumentacii. 2014. no. 3.
6. *Sudebno-stroitel'naja tehničeskaja jekspertiza ob'ektov stroitel'stva* [Forensic building technical expertise of construction projects] Available at: www.niise.ru (accessed 05.03.2014).
7. Fisun V.A. *Jekonomika stroitel'stva* [Construction economics]. Moscow, RGOTUPS, 2002, pp. 232.

Рецензенты:

Салихов М.Г., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой автомобильных дорог, ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет», г. Йошкар-Ола;

Краснов А.М., д.т.н., профессор кафедры строительных материалов и технологии строительства, ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет», г. Йошкар-Ола.

Работа поступила в редакцию 28.07.2014.

УДК 630.383

РАЗРАБОТКА ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМИ ПОТОКАМИ В ЛЕСНОМ КОМПЛЕКСЕ

¹Сушков А.С., ²Бурмистрова О.Н., ²Пильник Ю.Н.

¹ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия», Воронеж;

²ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет», Ухта,

e-mail: Oburmistrova@ugtu.net

В данной статье рассматриваются вопросы территориального размещения лесопромышленных предприятий, которое влияет на процессы специализации и кооперирования производства. При учёте транспортного фактора при планировании выделяются два круга методических вопросов: как оценить существенность транспортного фактора и как формировать нормативную базу по транспорту для задач размещения и развития производства. Проблема учёта транспортного фактора в рассматриваемых задачах требует не только оптимизационного подхода на основе критериев экономической эффективности, но и учёта особенностей, которые вносит в реализацию оптимизационных планов специфика действующего производственного механизма, существующее различие критериев оптимизации. Оптимальные решения задачи, двойственной к линейной, используются для построения дополнительных ограничений в целочисленной задаче, что уменьшает множество допустимых альтернатив, проверяемых на оптимальность.

Ключевые слова: анализ, планирование, учёт, затраты, показатели, оптимизация, критерии, транспорт, система, модель, объём, размещение, производство

DEVELOPMENT OF THEORETICAL BASES OF PLANNING AND MANAGEMENT OF TRANSPORT LOGISTICS IN FORESTRY COMPLEX

¹Sushkov A.S., ²Burmistrova O.N., ²Pilnik Y.N.

¹FGBOU VPO «Voronezh State Academy of Forestry», Voronezh;

²FGBOU VPO «Ukhta State Technical University», Ukhta, e-mail: Oburmistrova@ugtu.net

This article discusses the issues of territorial accommodation timber companies that affects the processes of specialization and cooperation in production. When taking into account the transport factor in planning are two circle methodological issues: how to evaluate the significance of the transport factor and how to shape the regulatory framework for the transport task allocation and development of production. Problem of accounting for the transport factor in these problems requires not only the optimization approach based on the criteria of economic efficiency, but also taking into account the features that makes the implementation of the optimization of the existing production plans specificity mechanism, there are differences of optimization criteria. Optimal solution of the problem, dual linear, is used to build additional constraints in the integer problem, which reduces the set of feasible alternatives to be checked for optimality.

Keywords: analysis, planning, accounting, cost, performance, optimization, criteria, transport system, model, size, placement and production

Лесовозный транспорт оказывает существенное воздействие на территориальное размещение лесопромышленных предприятий, на процессы специализации и кооперирования производства. Влияние его проявляется в двух направлениях. С одной стороны, транспорт выступает как производственный ресурс (ограничивающий фактор), с другой – транспортные расходы выступают как составляющая затрат и, следовательно, влияющие на размещение производства, его специализацию и кооперирование.

При учёте транспортного фактора при планировании выделяются два круга методических вопросов: как оценить существен-

ность транспортного фактора и как формировать нормативную базу по транспорту для задач размещения и развития производства (то есть определить величины транспортных расходов по элементам транспортной сети). Чем меньше требуется дополнительных затрат на транспорт, тем относительно выгоднее большие расстояния транспортировки лесопроductии. С другой стороны, чем больше требуется затрат на транспорт, тем выгоднее сокращать дальность перевозки (целесообразнее рассредоточивать производство) [1].

Рассматриваемую проблему можно решить с помощью класса задач нелинейного программирования, представленных в виде

$$\left. \begin{aligned} \min \{ & c_1(y)x_1 + c_2(y)x_2 + \dots + c_p(y)x_p + c_0(y) \}; \\ & A_1(y)x_1 \geq b_1(y); \\ & A_2(y)x_2 \geq b_2(y); \\ & A_p(y)x_p \geq b_p(y); \\ & Dy \geq \beta, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где коэффициенты целевой функции c_p , технологические матрицы A_i и векторы b_i являются функциями вектора связывающих переменных y . Если зафиксировать значения этих переменных, то задача (1) становится задачей линейного программирования с переменными x . Эта задача имеет блочно-диагональную структуру технологической матрицы и поэтому распадается на p независимых подзадач. Задачи подобного типа являются нелинейным обобщением блочных линейных задач со связывающими переменными. Большинство методов решения таких задач основано на идеях декомпозиции и сводится к решению последовательности линейных подзадач для различных фиксированных значений вектора y .

Задачи типа (1) часто возникают при составлении графиков производства и распределения продукции лесоперерабатывающих комплексов, когда оптимальный план составлен для целого комплекса предприятий. При планировании производства возникают следующие задачи:

1. Наилучшим образом распределить различные виды лесопродукции между ЛПК, а внутри – между технологическими установками.

2. Рационализировать материальные потоки между различными установками. (Решение задачи усложняется наличием

промежуточных видов продукции, которые могут быть направлены на другие ЛПК для дальнейшей переработки.)

3. Определить оптимальные варианты, режимы использования технологических установок с учетом различных факторов и условий. Зависимость свойств потоков от этих переменных, как правило, носит ярко выраженный нелинейный характер.

4. Обосновать наилучшие схемы транспортировки лесопродукции при определенных ограничениях на объемы потребления.

5. Найти рациональный вариант закрепления потребителей за лесопромышленным комплексом ЛПК.

Все эти вопросы взаимосвязаны. Так, решение последнего зависит не только от транспортных затрат, но и от производственных мощностей по различным видам лесопродукции на предприятиях и от относительной эффективности их производства. Решение осложняется еще и тем обстоятельством, что ЛПК различаются возрастом и структурой оборудования основного и вспомогательного производств. Будем в дальнейшем плановый горизонт (период) принимать равным кварталу или полугодью, что избавляет от необходимости y_1 рассмотрения специальных вопросов оперативно-календарного планирования.

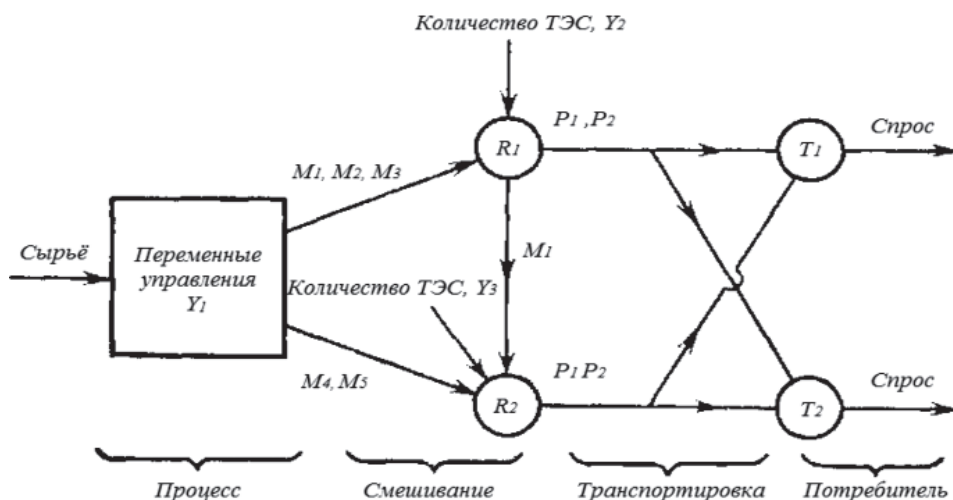


Рис. 1. Система производства и распределения лесопродукции

Рассмотрим теперь возможность использования нелинейной модели (1) для решения последней задачи. Пусть предприятия R_1 и R_2 производят продукты P_1 и P_2 и отправляют их в пункты потребления T_1 и T_2 . Суммарный спрос (за весь период) на продукцию в этих пунктах предполагается известным и пусть $D(P_i, T_j)$ – величина

спроса на продукт P_i в пункте T_j . На предприятии R_1 три вида лесоматериалов (сырья) M_1, M_2, M_3 могут быть использованы для получения продуктов P_1 и P_2 . Кроме того, лесоматериал M_1 может быть использован на предприятии R_2 для смешения с лесоматериалами M_4 и M_5 . Эту ситуацию схематически можно представить в виде

схемы, представленной на рис. 1. Исходя из общей постановки задачи модель оптимального размещения выпуска однородной про-

дукции с учётом минимизации совокупных затрат на производство и транспорт может быть записана в следующем виде:

$$\min Z_{\Sigma} = \left(\sum_{i=1}^m f_i(Q_i) + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} Q_{ij} \right) \rightarrow \min \quad (2)$$

при ограничениях

$$Q_i = \sum_{j=1}^n Q_{ij} \leq M_i^{\text{доп}}, \quad i = \overline{1, m}; \quad (3)$$

$$Q^j = \sum_{i=1}^m Q_{ij} \geq P^j, \quad j = \overline{1, n}; \quad (4)$$

$$Q_{ij} \geq 0, \quad (5)$$

где i, j – индексы возможных пунктов производства и соответственно пунктов потребления продукции; $M_i^{\text{доп}}$ – объёмы производства и соответственно предельно допустимые их величины в i -м пункте; Q_{ij} – интенсивность транспортно-экономической связи между пунктами i и пунктами j ; $f_i(Q_i)$ – функция производственных затрат в i -м пункте; C_{ij} – удельные транспортные затраты на перевозки между пунктами i и j ; P^j , Q^j – необходимый объём потребления и соответственно объём доставляемой в j -й пункт продукции.

Из анализа модели (2)–(5) можно установить, что определяющее влияние на размещение производства оказывает не абсолютный уровень транспортных затрат, а дифференциация их по различным связям: чем меньше эта дифференциация, тем слабее влияние транспорта. При малых или относительно постоянных затратах оптимальный план определяется из условия минимума только производственных затрат.

На практике задача размещения и развития производства решается при следующих условиях.

1. Пункты и объёмы потребления рассматриваемой продукции фиксированы, критерий – минимум приведённых затрат на производство и транспортировку лесопроизводства.

2. Оптимизация размещения производств выполняется по всему предполагаемому объёму выпуска лесопроизводства (а не только по его приросту).

3. В экономико-математических моделях транспортные блоки имеют линейную структуру с постоянными коэффициентами целевой функции – значениями удельных показателей транспортных затрат, не зависящими от объёма перевозок.

4. Расчёты выполняются изолированно по отдельным вариантам без непрерывного

обмена информацией, поэтому суммарные загрузки всех видов транспортных потоков лесопроизводства ещё неизвестны.

Показатели транспортных затрат должны отражать лишь дополнительные составляющие объёмов и направлений перевозок лесопроизводства.

При решении транспортных оптимизационных задач предполагается, что найденные транспортно-экономические связи на этом этапе и транспортные потоки будут осуществляться в реальных текущих грузопотоках. Возникает проблема модификации исходной информации и процедуры решения с целью снижения отрицательного влияния хозяйственного механизма при реализации решения. Здесь можно выделить три следующих этапа:

а) подготовка информации для решения задачи о размещении;

б) выбор решения по минимуму приведённых затрат;

в) реализация принятого решения (определение рациональных потоков сырья и готовой продукции по минимуму тарифных затрат).

Если тарифы совпадают с соответствующими дифференциальными удельными приведёнными транспортными затратами, то потери качества решения не происходит.

Таким образом, проблема учёта транспортного фактора в рассматриваемых задачах требует не только оптимизационного подхода на основе критериев экономической эффективности, но и учёта особенностей, которые вносит в реализацию оптимизационных планов специфика действующего производственного процесса.

Рассмотрим модель размещения пунктов потребления (хранения, переработки) лесопроизводства и задачи функционирования лесопромышленных предприятий в разных условиях хозяйствования.

Все они преобразуются в блочно-диагональные линейные задачи, если зафиксировать значения некоторых переменных. Рассмотрим проблему в общем сетевом ракурсе.

Минимизировать

$$\{C'x + f(y)\} \rightarrow \min. \quad (6)$$

При ограничениях

$$Ax + F(y) \geq b; \quad (7)$$

$$x \geq 0, y \in S, \quad (8)$$

где x – n -мерный вектор; A – постоянная диагональная матрица; C – n -мерный вектор констант.

Если зафиксировать значение y , то (1)–(3) переходят в задачу линейного программирования. Величина $f(y)$ – функция (возможно нелинейная) p -мерного вектора y ; $F(y)$ – вектор-функция; S – произвольное подмножество E^p .

Многие важные в практическом отношении задачи могут быть приведены к виду (1)–(3). Если S' – множество p -векторов с неотрицательными целочисленными компонентами, а F, f – линейны, то (1)–(3) окажется задачей линейного программирования.

В соответствии с этим алгоритм задачи (1)–(3) решают в следующей последовательности: вначале фиксируется некоторое значение $y^* \in S$ и решается задача: минимизировать $C'x$ при ограничениях

$$Ax \geq b - F(y^*). \quad (9)$$

Затем на основе решения двойственной задачи декомпозиции определяется возможность улучшения решения, полученного на первом шаге и находится новое значение вектора y . Таким образом, полностью используются преимущества частичной линейной задачи, что особенно важно, когда матрица A имеет специальную структуру (например, блочно-диагональную или транспортного типа). В этом случае задача

(4) сравнительно легко решается. Эти преимущества не реализуются при использовании алгоритмов, в которых x и y изменяются одновременно [1].

При формулировке задачи используются как дискретные, так и непрерывные переменные (дискретные – строить или не строить предприятие или склад, непрерывные соответствуют объемам производства и поставок лесопроизводства).

Функция текущих затрат, представленная на рис. 2, учитывает хорошо известный факт: с увеличением мощности предприятия возрастают условно-постоянные затраты, однако их увеличение компенсируется снижением условно-переменных затрат, что отражает преимущества крупных предприятий (то есть на таких предприятиях затраты на единицу продукции меньше, чем на мелких предприятиях). Сведение задачи размещения предприятий к задаче линейного программирования позволяет, как правило, сделать процедуру перебора вариантов более эффективной [2].

Введём обозначения: r_j – спрос j -го потребителя; C_{ij} – удельные транспортные затраты на перевозку единицы лесопроизводства из пункта i потребителю j ; x_{ij} – объём перевозок из пункта i в пункт j ; m_{ik} – количество лесопроизводства, привозимой (накапливаемой) предприятием i (складом i) при работе по k -му варианту (с затратами на прирост единицы продукта, равными S_{ik}); J_p, J_w, J_c – множества номеров пунктов производства, складов и потребителей соответственно.

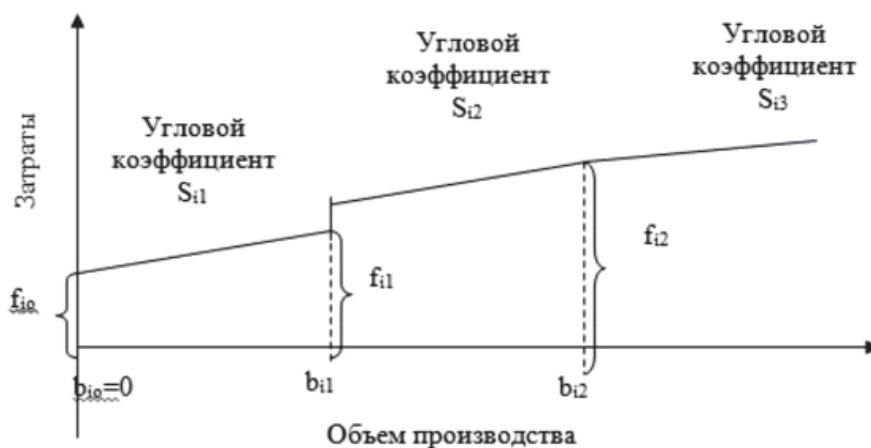


Рис. 2. Кусочно-линейная разрывная функция затрат

Переменные m_{ik} ограничены сверху и снизу и должны удовлетворять дополнительным условиям из-за наличия взаимоисключающих вариантов мощности k .

Чтобы учесть условия, введём переменные y_{ik} , принимающие значения нуль или единица (0 или 1), так что

$$y_{ik} = 0 \Rightarrow m_{ik} = 0; \quad (10)$$

$$y_{ik} = 1 \Rightarrow b_{i,k-1} \leq m_{i,k} \leq b_{i,k} \quad (11)$$

и не более чем одна переменная $y_{ik} = 1$ для каждого пункта производства i . Соответ-

ствующие ограничения можно представить в виде

$$y_{ik} \quad b_{i,k-1} \leq m_{ik} \leq y_{ik} b_{ik}; \quad (12)$$

$$\sum_k y_{ik} = 1; \quad y_{ik} = 0 \quad \text{или} \quad 1.$$

Так как спрос должен быть удовлетворен полностью, возникают ограничения

$$\sum_i x_{ij} = d_j, j \in J_c. \quad (13)$$

Переменные x_{ij} и m_{ik} связаны между собой ограничением

$$Z = \sum_{i,j} C_{ij} x_{ij} + \sum_{ik} S_{ik} m_{ik} + \sum_{ik} y_{ik} (f_{i,k-1} - S_{ik} b_{i,k-1}) \rightarrow \min. \quad (17)$$

Первый член этого выражения – транспортные издержки, а второй и третий соответствуют затратам на строительство предприятия и производство продукции. Выражения (12)–(17) могут быть приведены к виду (6)–(8), в которых F и f – линейные функции, а S – множество возможных значений переменных y_{ik} . Выражения (12)–(17) решаются в два приёма: вначале фиксируются некоторые значения переменных y_{ik} , и решается линейная задача. Затем в результате решения целочисленной задачи определяются новые значения y_{ik} .

Выводы

Оптимальные решения задачи, двойственной к линейной, используются для построения дополнительных ограничений в целочисленной задаче, что уменьшает множество допустимых альтернатив, проверяемых на оптимальность. Таким образом, эта процедура может быть рассмотрена как схема, «автоматизирующая» перебор вариантов, в которой информация о ранее рассмотренных случаях используется для выделения случаев, которые следует рассматривать далее.

Список литературы

1. Лэсдон Л. Оптимизация больших систем. – М., Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1975. – 432 с.
2. Сушков С.И. Прогнозно-аналитическое моделирование технико-экономических показателей железнодорожных перевозок лесоматериалов // Вестник Московского государ-

$$\sum_k m_{ik} = \sum_{j \in J_c \cup J_{cw}} x_{ij} \quad (14)$$

или вида

$$\sum_{i \in J_p} x_{ij} = \sum_{k \in J_c} x_{jk}, j \in J_{cw} \quad (15)$$

(то есть с каждого склада входящие и выходящие потоки лесопродукции равны между собой). Ёмкость склада ограничена, поэтому должно соблюдаться ограничение

$$\sum_{i \in J_p} x_{ij} \leq d_j, j \in J_w. \quad (16)$$

Общие затраты должны быть минимальными, то есть

ственного университета леса. – Лесной вестник. – 2005. – № 026. – 23.11.05.

3. Сушков С.И. Оптимизационное проектирование транспортных связей в предприятиях лесного комплекса: методологические основы. – Воронеж: Воронеж, гос. лесотехн. акад. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2003. – 200 с.

4. Hadley G. Linear Programming, Addison Wesley Publishing Company, Inc., Reading, Mass., 1962, pp. 458–463.

5. Lasdon L.S. and Schoeffler J.D. Decentralized Plant Control. ISA Trans., 5, April 1966, pp. 175–183.

References

1. Lesdon L.. Optimization of large systems. Home Edition Physics. Mathematical Literature Publishing House «Science». M., 1975. 432.
2. Sushkov S.I. Forecast-analytical modeling of technical and economic parameters of rail timber. Bulletin of Moscow State Forest University. Forest Gazette. 2005. no. 026. 23.11.05.
3. Sushkov S.I. Optimal design of transport links in timber enterprises: methodological foundations. Voronezh Voronezh State. lesotehn. Acad. Voronezh Univ VSU, 2003. 200 p.
4. Hadley G. Linear Programming, Addison Wesley Publishing Company, Inc., Reading, Mass., 1962. pp. 458–463.
5. Lasdon L.S., Schoeffler J.D. Decentralized Plant Control. ISA Trans., 5, April 1966. pp. 175–183.

Рецензенты:

Сушков С.И., д.т.н., профессор кафедры технологии и машин лесозаготовок, ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет», г. Ухта;

Павлов А.И., д.т.н., профессор кафедры лесных, деревообрабатывающих машин и материаловедения, ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет», г. Ухта.

Работа поступила в редакцию 28.07.2014.

УДК 621.642.39.03

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕОБХОДИМОСТИ РЕМОНТА РЕЗЕРВУАРА ПРИ ОСАДКАХ ОСНОВАНИЯ

Чепур П.В., Тарасенко А.А.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, Тюмень,
e-mail: chepur@me.com; a.a.tarasenko@gmail.com

В статье рассмотрена методика, согласно которой эксплуатирующие и проектные организации могут определить необходимость ремонта резервуара РВС-20000 при осадках основания. Разработан алгоритм оценки технического состояния резервуара РВС-20000 при развитии неравномерных осадок основания. Получены зависимости действующих напряжений в конструкциях РВС от величин «п» – дугового размера просадочной зоны и «ц» – вертикальной составляющей осадки, назначены области предельных состояний, в соответствии с которыми принимается решение о необходимости ремонта или возможности продолжения эксплуатации резервуара при условии технического обоснования. Для создания методики определения необходимости ремонта резервуара использована теория рядов Фурье в части разложения осадки на составляющие с определением коэффициентов тригонометрического ряда. Предложенная методика и алгоритм могут использоваться как эксплуатирующими, так и проектными организациями при принятии управленческих решений в части ремонта РВС-20000, подверженного осадкам основания.

Ключевые слова: резервуар, алгоритм, РВС, НДС, методика, неравномерная осадка, основание, фундамент

METHOD OF DETERMINING THE NEED REPAIR TANK IN SEDIMENTS GROUNDS

Chepur P.V., Tarasenko A.A.

Tyumen State Oil and Gas University, Tyumen, e-mail: chepur@me.com, a.a.tarasenko@gmail.com

The article discusses the methodology, according to which exploit and design organizations may determine the need for repairs RVS-20000 during precipitation base. An algorithm for assessing the technical condition of the tank RVS-20000 in the development of non-uniform sediment base. The dependences of the effective stresses in structures of RVS values «n» – arc size subsidence zone and «u» – vertical component of precipitation, assigned area of limiting conditions under which the decision on the need to repair or possible continuation of the tank provided technical justification. To create a methodology for determining the need to repair the tank used in the theory of Fourier series expansion of the components of the precipitation on the definition of the coefficients of the trigonometric series. The proposed methodology and the algorithm can be used by operating and design organizations in management decisions regarding repair RVS-20000 exposed sediments base.

Keywords: tank, algorithm, RVS, stress-strain state, technique, differential settlement, base, foundation

Вертикальные стальные резервуары РВС-20000 для хранения товарной нефти относятся к высокоответственным сооружениям, имеющим I класс опасности по ГОСТ 31385-2008. Авария на таком объекте может повлечь за собой самые негативные последствия: угрозу жизни и здоровью людей, материальный ущерб, вред экологии и т.д. [12]. Поэтому на разных стадиях жизненного цикла РВС – от проектирования и строительства до его вывода из эксплуатации – необходимо обеспечить максимально возможные условия безопасности. Согласно исследованиям [2–5, 14], основной причиной 70 % всех аварий РВС с разливом нефтепродуктов является нарушение технического состояния основания резервуара и возникновение предельных состояний в металлоконструкциях (стенке, уторном узле), к чему обычно приводит неравномерная осадка. Однако появление зон деформации может быть обусловлено различными причинами, что влияет на принятие дальнейших технических решений по ремонту. Так,

неравномерная осадка может развиваться из-за изменения уровня грунтовых вод. Нередки случаи, когда за длительный период эксплуатации РВС меняется технологическая схема перекачки, и резервуар начинает испытывать нагрузки, на которые он изначально не был спроектирован [6]. Также появление просадочных зон может быть следствием ошибок на стадии проектирования, а также брака строительно-монтажных работ [9, 10].

В работах авторов [8, 10] проводились исследования собственной жесткости оболочки РВС-20000, анализ напряженно-деформированного состояния резервуара при неосесимметричном нагружении, вызванном неравномерной осадкой. На основании результатов этих работ предлагается методика, которая позволяет как эксплуатирующим, так и проектно-диагностическим организациям не только определять необходимость ремонта РВС при осадках основания, но и при особых случаях выполнять обоснование переноса сроков ремонтных работ. В рамках методики

разработан алгоритм (рис. 1), в котором авторы попытались отразить наиболее полный подход к оценке технического состоя-

ния распространенного в Западной Сибири резервуара РВС-20000 при неравномерных осадках основания.

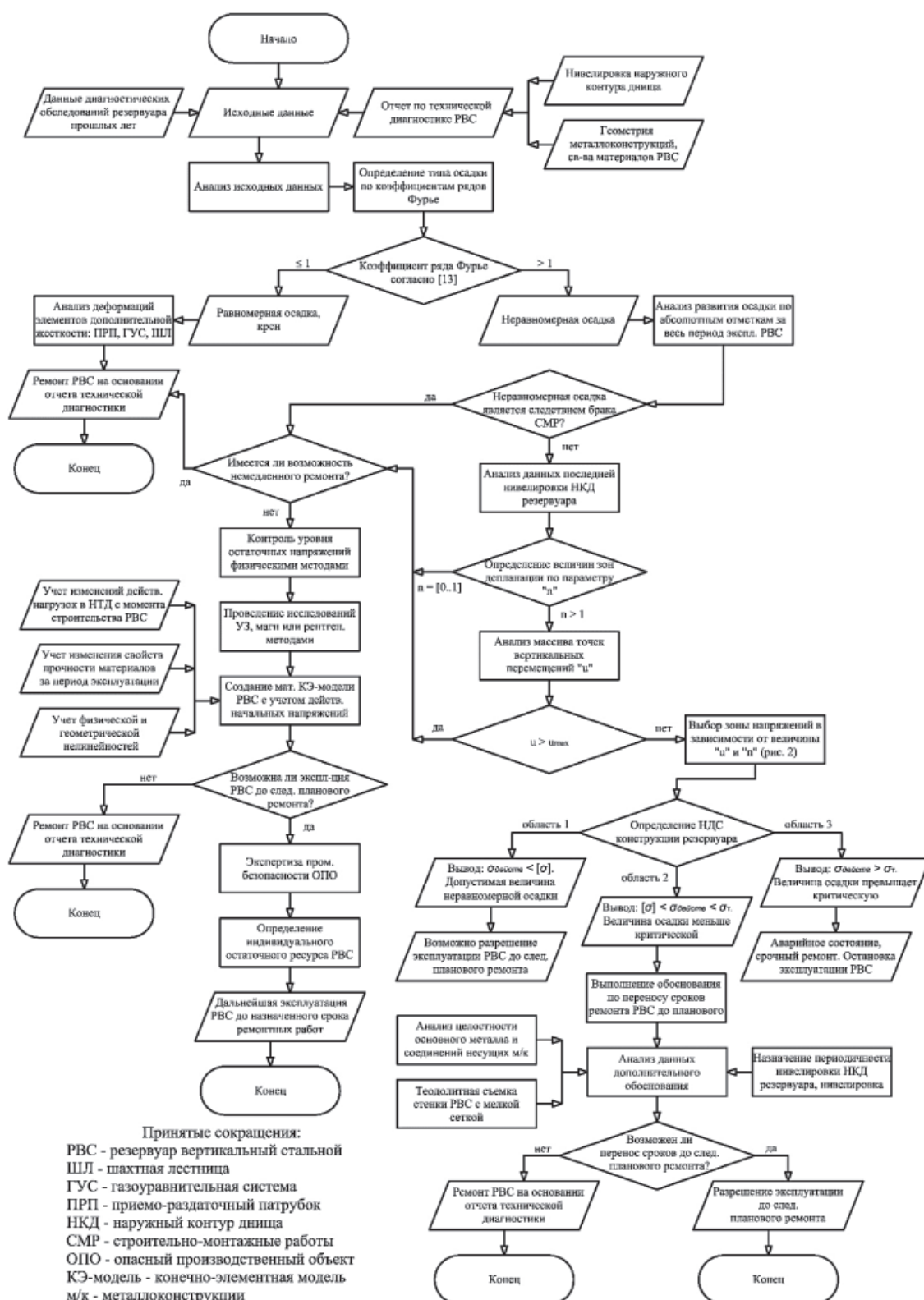


Рис. 1. Алгоритм определения необходимости ремонта резервуара РВС-20000 при осадках основания

Исходными данными для анализа технического состояния РВС являются:

- отчет по комплексной технической диагностике РВС-20000, включающий в себя данные нивелировки наружного контура днища, геометрии металлоконструкций, свойства материалов и т.д.;

- материалы, документы и прочие сведения диагностических обследований резервуара прошлых лет.

Из анализа исходных данных определяется тип осадки, для этого используется теория разложения в тригонометрические ряды Фурье. После расчета коэффициента ряда Фурье согласно [13] выделяются два основных случая:

- коэффициент ряда Фурье ≤ 1 , что соответствует случаям равномерной осадки и крена;

- коэффициент ряда Фурье > 1 , что соответствует случаю неравномерной осадки.

Согласно исследованиям [3, 13], равномерная осадка и крен не вызывают значительного роста напряжений в несущих конструкциях РВС. Однако такие виды осадки могут вызвать появление областей дополнительных изгибных напряжений в зонах сопряжения стенки резервуара с элементами дополнительной жесткости: приемно-раздаточного патрубка, трубопроводами газоуравнительной системы, шахтной лестницей и др. В этом случае следует назначать периодический контроль за развитием деформаций наружного контура днища (НКД), а также ремонт на основании данных из отчета по технической диагностике.

Случай неравномерной осадки, наиболее опасный для резервуара, требует дополнительного анализа развития зоны депланации по абсолютным отметкам за весь жизненный цикл РВС [8, 15]. На данном этапе ставится задача выяснить – является ли брак строительно-монтажных работ (СМР) причиной развития неравномерной осадки. В случае подтверждения такой ситуации рассматривается возможность немедленного ремонта резервуара. В связи с особенностями технологического процесса предприятия, где эксплуатируется РВС-20000, немедленный вывод резервуара из эксплуатации для ремонта может быть либо невозможен, либо может повлечь за собой ряд технических проблем. Поэтому для обоснования смещения сроков ремонтных работ необходимо выполнить дополнительные исследования уровня остаточных напряжений в конструкциях РВС. Для этого предлагается использовать как физические методы (ультразвуковой, магнитный и рентгенографический), так

и теоретические – с созданием конечно-элементной модели РВС-20000 с учетом действующих начальных напряжений [1, 7, 11]. На основе проведенного анализа делается вывод о возможности эксплуатации РВС до следующего планового ремонта, проводится экспертиза промышленной безопасности опасного производственного объекта и определяется индивидуальный остаточный ресурс резервуара.

Рассматривая случай, при котором анализ развития зоны депланации по абсолютным отметкам за весь жизненный цикл РВС показал, что неравномерная осадка не является следствием брака СМР, авторами предлагается рассмотреть данные последней нивелировки НКД резервуара. По результатам нивелировки определяются величины зон депланации РВС-20000 с использованием безразмерного параметра « n » [9]. Если параметр « n » лежит в границах от 0 до 1 включительно, то необходимо рассматривать возможность немедленного ремонта (аналогично случаю с браком СМР, вызвавшим неравномерную осадку). Если же величина $n > 1$, то авторами предлагается проанализировать массив точек вертикальных перемещений « u » [9]. При выполнении условия $u > u_{\max}$ (величина вертикальных перемещений точек наружного контура днища превышает предельную – характеризующую собственную жесткость РВС-20000), рассматривается случай немедленного ремонта резервуара. При невыполнении условия $u > u_{\max}$, производится определение зон напряжений по рис. 2 в зависимости от величин параметров « u » и « n ».

Для определения области действующих напряжений в несущих конструкциях РВС-20000 необходимо найти точку пересечения прямой « u » и кривой депланации « n ». Авторами выделяется 3 основные области:

- Область 1. $\sigma_{\text{действ}} < [\sigma]$ – величина действующих напряжений меньше допускаемых по НТД. Возможно разрешение эксплуатации РВС-20000 до следующего планового ремонта.

- Область 2. $[\sigma] < \sigma_{\text{действ}} < \sigma_{\text{т}}$ – величина действующих напряжений превышает допустимые, но не достигает критической величины. Назначается ремонт резервуара, перенос сроков ремонта до планового возможен только при дополнительном обосновании: анализе целостности металлоконструкций кровли, стенки и их сопряжения, уторного узла; выполнении теодолитной съемки стенки РВС-20000 с мелкой сеткой; периодичной нивелировке НКД резервуара и т.д.

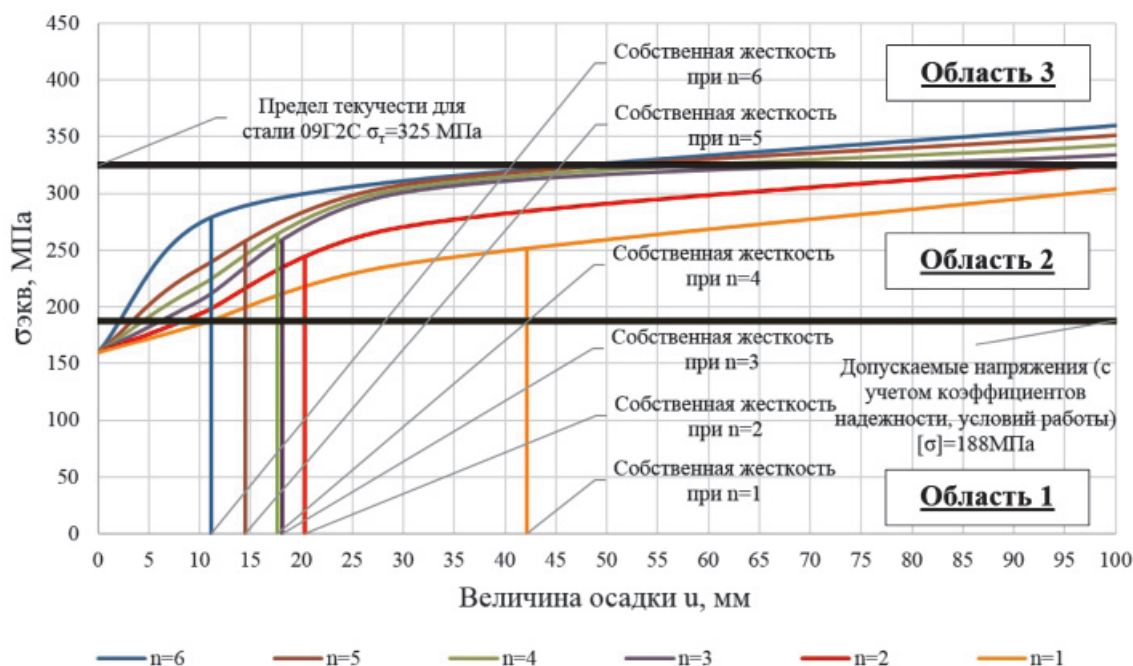


Рис. 2. Зоны напряжений

– Область 3. $\sigma_{\text{действ.}} > \sigma_{\text{т}}$ – величина действующих напряжений превышает критическую величину. Резервуар имеет аварийное состояние, требуется срочное выведение РВС-20000 из эксплуатации и проведение ремонтных работ.

Выводы

1. Разработан алгоритм оценки технического состояния резервуара РВС-20000 при развитии неравномерных осадок основания.

2. Получены зависимости действующих напряжений в конструкциях РВС от величин « n » и « u », назначены области предельных состояний (рис. 2), в соответствии с которыми принимается решение о необходимости ремонта или возможности продолжения эксплуатации резервуара при условии технического обоснования.

3. Предложенная методика и алгоритм могут использоваться как эксплуатирующими, так и проектными организациями при принятии управленческих решений в части ремонта РВС-20000, подверженно-го осадкам основания.

4. Создана методика определения необходимости ремонта РВС-20000 при осадках его основания, позволяющая на основе анализа собственной жесткости металлоконструкций перенести сроки ремонта сооружения.

Список литературы

1. Семин Е.Е., Тарасенко А.А. Использование программных комплексов при оценке технического состояния и проектировании ремонтов вертикальных стальных резервуаров // Трубопроводный транспорт: теория и практика. – М., 2006. – № 4. – С. 84–87.
2. Тарасенко А.А. Напряженно-деформированное состояние крупногабаритных резервуаров при ремонтных работах: дис. ... канд. техн. наук. – Тюмень, 1991. – 254 с.
3. Тарасенко А.А. Разработка научных основ методов ремонта вертикальных стальных резервуаров: дис. ... д-ра техн. наук. – Тюмень, 1999. – 299 с.
4. Тарасенко А.А., Николаев Н.В., Хоперский Г.Г., Саяпин М.В. Напряженно-деформированное состояние стенки резервуара при неравномерных осадках основания // Известия вузов «Нефть и газ». – Тюмень, 1997. – № 3. – С. 75–79.
5. Тарасенко А.А., Саяпин М.В. Результаты статистической обработки измерений неравномерных осадок наружного контура днища вертикальных стальных резервуаров // Известия вузов «Нефть и газ». – Тюмень, 1999. – № 1. – С. 52–56.
6. Тарасенко А.А., Сильницкий П.Ф., Тарасенко Д.А. Противоречия в современной нормативно-технической базе при ремонте резервуаров // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10 (часть 15). – С. 3400–3403.
7. Тарасенко А.А., Тюрин Д.В. Моделирование нефтяных стальных цилиндрических резервуаров // Известия вузов «Нефть и газ». – Тюмень, 2001. – № 4. – С. 65–69.
8. Тарасенко А.А., Чепур П.В., Тарасенко Д.А. Деформирование верхнего края оболочки при развитии неравномерных осадок резервуара // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 6 (часть 3). – С. 485–489.
9. Тарасенко А.А., Чепур П.В., Чирков С.В. Исследование изменения напряженно-деформированного состояния вертикального стального резервуара при развитии неравномерной осадки наружного контура днища // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10 (часть 15). – С. 3409–3413.

10. Тарасенко А.А., Чепур П.В., Чирков С.В. Обоснование необходимости учета истории нагружения конструкции при ремонте фундамента с подъемом резервуара // Безопасность труда в промышленности. – М., 2014. – № 5. – С. 60–63.
11. Тарасенко А.А., Чепур П.В., Чирков С.В., Тарасенко Д.А. Модель резервуара в среде ANSYS Workbench 14.5 // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10 (часть 15). – С. 3404–3408.
12. Тиханов Е.А., Тарасенко А.А., Чепур П.В. Оценка экономической эффективности капитального ремонта основания вертикального стального резервуара методом перемещения // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 6 (часть 2). – С. 330–334.
13. Хоперский Г.Г., Овчар З.Н., Тарасенко А.А., Николаев Н.В. Определение неравномерной составляющей осадки резервуаров, вызывающей неосесимметричную деформацию // Известия вузов «Нефть и газ». – Тюмень, 1997. – № 5. – С. 80–85.
14. Хоперский Г.Г., Саяпин М.В., Тарасенко А.А., Николаев Н.В. Принцип независимости действия сил при расчете напряженно-деформированного состояния стенки резервуаров // Известия вузов «Нефть и газ». – Тюмень, 1998. – № 4. – С. 73–77.
15. Чепур П.В., Тарасенко А.А., Тарасенко Д.А. Исследование влияния величины выступа окрайки на напряженно-деформированное состояние вертикального стального цилиндрического резервуара при развитии неравномерной осадки наружного контура днища // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10 (часть 15). – С. 3441–3445.
5. Tarasenko A.A., Sajapin M.V. *Izvestijavysshihuchebnyhzavedenij.Neft'igaz – Academic news «Oil and gas»*, 1999, no. 1, pp. 52–56.
6. Tarasenko A.A., Sil'nickij P.F., Tarasenko D.A. *Fundamental research*, 2013, no. 10 part 15, pp. 3400–3403.
7. Tarasenko A.A., Tjurin D.V. *Izvestijavysshihuchebnyhzavedenij.Neft'igaz – Academic news «Oil and gas»*, 2001, no. 4, pp. 65–69.
8. Tarasenko A.A., Chepur P.V., Tarasenko D.A. *Fundamental research*, 2014, no. 6 part 3, pp. 485–489.
9. Tarasenko A.A., Chepur P.V., Chirkov S.V. *Fundamental research*, 2013, no. 10 part 15, pp. 3409–3413.
10. Tarasenko A.A., Chepur P.V., Chirkov S.V. *Bezopasnost' trudavpromyshlennosti*, 2014, no. 5, pp. 60–63.
11. Tarasenko A.A., Chepur P.V., Chirkov S.V., Tarasenko D.A. *Fundamental research*, 2013, no.10 part 15, pp. 3404–3408.
12. Tihanov E.A., Tarasenko A.A., Chepur P.V. *Fundamental research*, 2014, no.6 part 2, pp. 330–334.
13. Hoperskij G.G., Ovchar Z.N., Tarasenko A.A., Nikolaev N.V. *Izvestija vysshihuch ebnyh zavedenij. Neft'igaz – Academic news «Oil and gas»*, 1997, no. 5, pp. 80–85.
14. Hoperskij G.G., Sajapin M.V., Tarasenko A.A., Nikolaev N.V. *Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Neft'igaz – Academic news «Oil and gas»*, 1998, no. 4, pp. 73–77.
15. Chepur P.V., Tarasenko A.A., Tarasenko D.A. *Fundamental research*, 2013, no. 10 part 15, pp. 3441–3445.

References

1. Semin E.E., Tarasenko A.A. *Pipeline transport: theory and practice*, 2006, no. 4, pp. 84–87.
2. Tarasenko A.A. Stress-strained state of large-sized tanks during repairs. Candidate technical sciences dissertation. Tyumen, 1991. 254 p.
3. Tarasenko A.A. *Razrabotka nauchnyh osnov metodov remonta vertikal'nyh stal'nyh rezervuarov: dis. doct. tehn. nauk* [Development of scientific bases of methods of repair of vertical steel tanks]. Tyumen, 1999. 299 p.
4. Tarasenko A.A., Nikolaev N.V., Hoperskij G.G., Sajapin M.V. *Izvestijavysshihuchebnyhzavedenij.Neft'igaz – Academic news «Oil and gas»*, 1997, no. 3, pp. 75–79.

Рецензенты:

Захаров Н.С., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «САТМ», ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный нефтегазовый университет», г. Тюмень;

Мерданов Ш.М., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Транспортные и технологические системы», ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный нефтегазовый университет», г. Тюмень.

Работа поступила в редакцию 28.07.2014.

УДК 661.13

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ДВУХФАЗНОЙ СИСТЕМЫ ЖИДКОСТЬ – ТВЕРДОЕ В АППАРАТЕ РОТОРНОГО ТИПА

Ширина Н.Ю., Сидоров В.Н., Мурашов А.А.

ГОУ ВПО «Ярославский государственный технический университет»,
Ярославль, e-mail: s_sidorov@me.com

Для получения двухфазной системы жидкость – твердое предполагается использование аппарата роторного типа. В процессе диспергирования происходят два совмещенных процесса: перемешивание системы жидкость – твердое и дезагрегация твердых частиц. Для моделирования процесса смешения предлагается использовать диффузионную модель. Расчет производится исходя из предположения, что процесс перемещения твердых частиц в основном, происходит в направлении, перпендикулярном движению жидкости. Поток твердых частиц пропорционален площади циркуляционного контура и градиенту концентрации. В соответствии с принятой моделью получено уравнение диффузии твердых частиц в циркуляционном потоке жидкости. Коэффициент диффузии зависит от размера твердых частиц, числа оборотов ротора и свойств жидкости. Граничные условия для уравнения диффузии строятся из тех предположений, что на стенке аппарата поток концентрации твердых частиц отсутствует. Начальное условие строится из тех предположений, что в начале процесса твердые частицы подаются сверху на движущийся слой жидкости и, следовательно, полностью заполняют все циркуляционные контуры, граничащие со стенкой аппарата. Для решения уравнения диффузии используется разностная схема с последующим использованием сеточного метода. При моделировании процесса дезагрегации используется экспоненциальная зависимость среднего размера твердых частиц от времени. Параметры модели определяются методами статистического анализа на основе экспериментальных данных в программе Statistica 6.0. Качество процесса перемешивания жидкости и твердых частиц оценивается коэффициентом неоднородности распределения твердых частиц по объему жидкости. Модель использована для расчета получения двухфазной системы вода – кальцит с процентным содержанием кальцита 40%. Представлены результаты регрессионного анализа процесса дезагрегации частиц кальцита; сопоставление теоретических и экспериментальных данных по качеству смеси.

Ключевые слова: двухфазная система, жидкость, твердые частицы, диспергирование, перемешивание, дезагрегация, аппарат, роторный тип, диффузионная модель, циркуляционный контур, концентрация, средний размер, разностная схема, коэффициент неоднородности

MODELING OF PROCESS FOR PRODUCING DIPHASIC SYSTEM LIQUID-SOLID IN THE ROTARY TYPE DEVICE

Shirina N.Y., Sidorov V.N., Murashov A.A.

Yaroslavl State Technical University, Yaroslavl, e-mail: s_sidorov@me.com

The rotary type device is used for liquid-solid diphasic system. There are two combined processes during dispersion one of them is a mixing in the liquid-solid system and another is a disaggregation of solid particles. The diffusion model is used for create a model of mixing. The calculation is based on the assumption that the process of transfer of solid particles occurs mainly, in the direction perpendicular to the motion of the liquid. The stream of solid is proportional to the area of circuit and density gradient. In accordance with the accepted model the equation of solids diffusion in the circulating flow of liquid is obtained. The diffusion coefficient depends on the particulate size, the number of revolutions of the rotor and fluid properties. Boundary conditions for the diffusion equation are constructed from the assumptions that the concentration flow of solid particles on the wall of the device is missing. Initial condition is constructed from the assumptions that the solid particles at the beginning of the process are fed to the top of the moving layer of liquid and therefore they completely fill all circulation circuits which bordering with the wall of the device. The difference scheme is used to solve the diffusion equation and then necessary to use the grid method. In the simulation process used to disaggregate the exponential dependence of the average size of solid particles on the time. The model parameters are determined by statistical analysis based on experimental data in the program Statistica 6.0. The quality of the mixing process of the liquid and solid particles is estimated coefficient inhomogeneity solids volume of liquid. The model was used to calculate the receiving water-calcite diphasic system, calcite percentage of 40%. There are the results of the regression analysis of the process of disaggregation calcite particles in this article and also comparison of theoretical and experimental data on the quality of the mixture.

Keywords: diphasic system, liquid, solid, dispersion, mixing, disaggregation, device, rotary type, diffusion model, circuit, density, medium-size, difference scheme, coefficient inhomogeneity

Для получения двухфазных систем жидкость – твердые частицы широко используются аппараты роторного типа [1]. Процесс диспергирования может происходить как с изменением размеров твердых частиц, так и без их изменения. В данной работе рассматривается процесс получения двухфазной системы жидкость – твердые частицы с учетом дезагрегации твердых частиц.

Процесс получения двухфазной системы жидкость – твердые частицы в аппарате роторного типа осуществляется в следующей последовательности. Вначале в рабочую емкость вводят жидкий компонент. Затем при медленном вращении вводят порошкообразный компонент. Затем скорость вращения вала резко увеличивают до образования воронки (эффект Doughnut). Расчетная схема движения представлена на рис. 1.

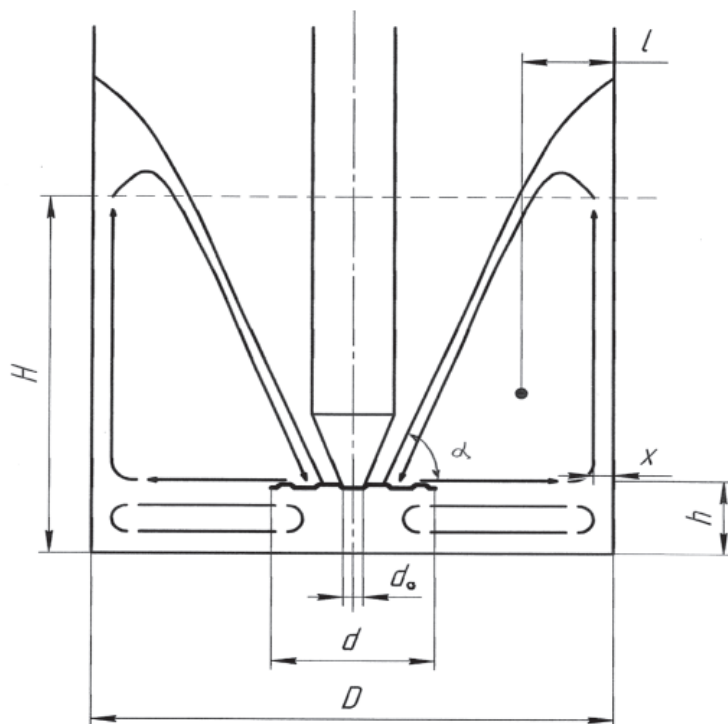


Рис. 1. Расчетная схема движения в аппарате роторного типа

Для удобства описания процесса смешения перейдем в систему координат, вращающуюся вместе с валом. В выбранной системе координат при вращении турбинной мешалки выделяются два циркуляционных контура: верхний и нижний (рис. 1). Верхний циркуляционный контур можно аппроксимировать в виде треугольника. Соответственно, линии тока в данном контуре будут представлять собой также треугольники.

Процесс смешения происходит преимущественно в верхнем и контуре за счет случайного блуждания частиц твердой фазы в направлении, перпендикулярном к направлению потока. В силу геометрии задачи площадь поверхности циркуляционного контура складывается из площадей поверх-

ностей горизонтального диска, вертикальной цилиндрической обечайки и усеченного конуса, величина которых зависит от координаты x . Для удобства эту координату будем отсчитывать от стенки аппарата.

Поток массы твердых частиц через поверхность циркуляционного контура определяется выражением [2]:

$$w = \langle D \rangle S(x) \frac{\partial c}{\partial x}, \quad (1)$$

где c – концентрация твердой фазы; $\langle D \rangle$ – среднестатистический коэффициент макро-диффузии; x – координата, определяющая положение циркуляционного контура; $S(x)$ – площадь поверхности циркуляционного контура, которая определяется уравнением

$$S(x) = \pi \left\{ \left[\left(\frac{D}{2} - x \right)^2 - \left(\frac{D}{2} - l - (l - x) \operatorname{ctg}(\alpha / 2) \right)^2 \right] + 2 \left(\frac{D}{2} - x \right) a(x) \operatorname{tg}(\alpha) \right\} + \frac{a(x)^2}{\cos^2(\alpha)}, \quad (2)$$

$$\text{где } a(x) = \frac{1 + \operatorname{tg}(\alpha / 2)}{\operatorname{tg}(\alpha / 2)} (l - x); \quad l = D \frac{\operatorname{tg}(\alpha / 2)}{1 + \operatorname{tg}(\alpha / 2)}; \quad \alpha = \operatorname{arctg}[3(H - h) / (2D)]; \quad (3)$$

l – максимальное значение координаты x , которое будет определяться центром циркуляции.

Изменение количества твердой фазы в единицу времени в циркуляционном слое толщиной dx будет определяться разностью потоков массы:

$$d(c(x, t) S(x)) = \langle D \rangle \left[\frac{\partial c(x + dx, t)}{\partial x} S(x + dx) - \frac{\partial c(x, t)}{\partial x} S(x) \right] dt. \quad (4)$$

Выполняя предельный переход, получим следующее уравнение:

$$\frac{\partial}{\partial t}(c(x, t)S(x)) = <D> \frac{\partial}{\partial x} \left[\frac{\partial c(x, t)}{\partial x} S(x) \right]. \quad (5)$$

Граничное условие составляется из тех соображений, что на границе циркуляционных контуров у твердой стенки перенос твердой фазы во внешнюю среду отсутствует, и записывается в виде

$$\frac{\partial c(0, t)}{\partial x} = 0. \quad (6)$$

Начальное условие строится из предположения, что в начале процесса твердые частицы подаются сверху на движущийся слой жидкости и, следовательно, полностью заполняют все циркуляционные контуры, граничащие со стенкой аппарата, и записывается в виде

$$c(x, 0) = \begin{cases} 1, & x \leq x_1; \\ 0, & x_1 \leq x \leq l, \end{cases} \quad (7)$$

где значение координаты x_1 определяется из равенства

$$\int_0^{x_1} S(x) dx = M / \rho_T. \quad (8)$$

Нетрудно убедиться, что уравнение (5) полностью соответствует условию сохранения массы

$$\int_0^l c(x, t) S(x) dx = \frac{M}{\rho_T}, \quad (9)$$

где M – масса твердой фазы; ρ_T – истинная плотность твердой фазы.

Среднестатистический коэффициент макроdiffузии $\langle D \rangle$ существенно зависит от размера частиц твердой фазы. Чем меньше размеры частиц твердой фазы, тем выше их подвижность в хаотическом движении. В связи с этим величина $\langle D \rangle$ может быть представлена в виде

$$<D> = D_0 (\bar{d} / d_0)^{-k}, \quad (10)$$

где D_0 – коэффициент макроdiffузии при размере частиц размером d_0 ; $\bar{d}$ – средний размер частиц твердой фазы, k – некоторая константа, определяемая в рамках модели. Экспериментальные исследования показывают, что величина коэффициента макроdiffузии D_0 определяется числом оборотов

$$\frac{\partial c(y_i, t_j)}{\partial t} = \frac{c(y_i, t_{j+1}) - c(y_i, t_j)}{h_t} \quad (i = 0, 1, 2, \dots, n; j = 0, 1, 2, \dots, m); \quad (15)$$

$$\frac{\partial c(y_i, t_j)}{\partial y} = \frac{c(y_{i+1}, t_j) - c(y_i, t_j)}{y_{i+1} - y_i} \quad (i = 0, 1, 2, \dots, n; j = 0, 1, 2, \dots, m); \quad (16)$$

ротора и конструктивными особенностями диспергатора.

Предполагаем, что процесс смешения практически не влияет на процесс диспергирования твердой фазы, так как за счет высокой турбулентности распределение частиц по объему жидкой фазы практически равномерно.

В работе [2] показано, что процесс диспергирования твердой фазы может быть описан уравнением

$$\bar{d} = d_0 e^{-k_g t}, \quad (11)$$

где k_g – коэффициент скорости диспергирования; n – константа, определяемая природой материала твердой фазы; d_0 – начальный средний размер частиц твердой фазы. Параметры уравнения (10) определяются регрессионными методами на основе обработки экспериментальных данных.

Насосная производительность в верхнем контуре определяется известной формулой [1]:

$$q_b = 0,47 n d^3, \quad (12)$$

где n – число оборотов ротора; d – диаметр мешалки. В соответствии с формулой (9) время движения в верхнем циркуляционном контуре будет равно

$$\tau_b = \frac{V_b}{0,47 n d^3} = \frac{\pi D^2 (H - h)}{1,88 n d^3}, \quad (13)$$

где V_b – объем верхнего циркуляционного контура.

Для решения дифференциального уравнения в частных производных (5) относительно $c(x, t)$ будем использовать численный анализ для значений $x \in [0, l]$ и $t \in [0, T]$ методом сеток, сделав следующие разбиения x и t с шагами, которые определяются следующими формулами:

$$h_x = l/m; h_t = \tau_b, \quad (14)$$

где m – соответственно число точек для переменных x и t , которое определяется качеством смеси, о котором будет сказано позднее; определяется формулой (13).

В соответствии с численным анализом используем приближенные выражения для производных:

$$\frac{\partial^2 c(y_i, t_j)}{\partial y^2} = \frac{c(y_{i+1}, t_j) - 2c(y_i, t_j) + c(y_{i-1}, t_j))}{h_y^2} \quad (i = 0, 1, 2, \dots, n; j = 0, 1, 2, \dots, m). \quad (17)$$

Подставляя формулы (15)–(17) в уравнение (5), получим:

$$c(y_i, t_{j+1}) = c(y_i, t_j) + \frac{h_t}{h_y^2} \langle D \rangle (c(y_{i+1}, t_j) - 2c(y_i, t_j) + c(y_{i-1}, t_j)). \quad (18)$$

Решение модели осуществляется численно стандартным сеточным методом. Время перемешивания T (число N) определяется качеством смеси, которое оценивается по величине коэффициента неоднородности:

$$V_c = \sqrt{\frac{1}{c_0^2} \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k (c_i - c_0)^2}, \quad (19)$$

где k – количество проб; c_i – концентрация твердой фазы в i -м циркуляционном контуре; c_0 – среднее значение концентрации твердой фазы по объему аппарата.

На рис. 2 представлено сопоставление теоретических и расчетных данных по качеству смеси при различных значениях времени процесса смешения.

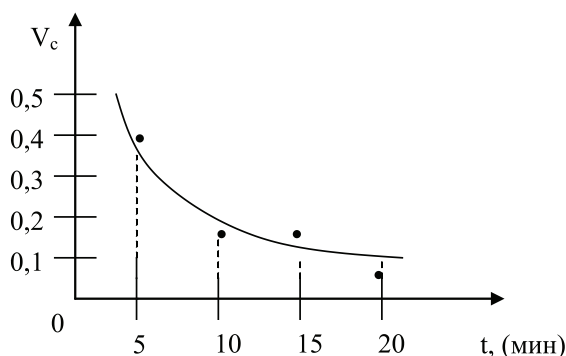


Рис. 2. Зависимость качества смешения от времени процесса перемешивания

Расчет производился для получения двухфазной системы вода – кальцит с процентным содержанием кальцита 40%. В процессе диспергирования отношение $\bar{d}/d_0$ составило 0,76. Процесс производился при следующих параметрах аппарата: $D = 1,5$ м, $H = 2,0$ м, $d = 0,4$ м, $h = 0,15$ м. При числе оборотов ротора $n = 1500$ об/мин коэффициент диффузии составил $\langle D \rangle = 0,57 \cdot 10^{-3}$, $k = 1,27$.

Параметры модели дезагрегации твердых частиц определяются методами статистического анализа на основе экспериментальных данных в программе Statistica 6.0. В результате получено уравнение

$$\bar{d} = 34,85e^{0,00047\tau}, \quad (20)$$

где τ – время диспергирования (с).

Значение коэффициента неоднородности рассчитывалось по массе твердой фазы. Пробоотборником отбиралось 30 проб из различных точек объема смеси, положение которых определялось расстоянием от стенки аппарата. Все точки находились на одной высоте над мешалкой со значением равным величине 0,3 м. Масса кальцита в пробе определялась путем полного выпаривания воды. Дисперсность кальцита определялась микроскопическим методом. Расхождение теоретических и экспериментальных данных не превышает 12%.

Список литературы

1. Кафаров В.В., Меньшиков В.В. Применение рециркуляции для повышения эффективности химико-технологических процессов // ТОХТ. – 1995. – Т.24, № 6. – С. 565–574.
2. Кухтин И.В. Усовершенствование лакокрасочного оборудования для производства ЛКМ // Лакокрасочные материалы и их применение. – 2009. – № 1–20. – С. 70.
3. Соловьев В.П. Современное диспергирующее оборудование для производства лакокрасочных материалов // Лакокрасочные материалы и их применение. – 1996. – № 10. – С. 37–38.
4. Степин С.Н. Организация производства и оборудование для получения пигментированных лакокрасочных материалов: учеб. пособие. – Казань: Казан. гос. технол. ун-т, 2005. – 104 с.
5. Таршис М.Ю. К расчету смесителя сыпучих материалов со сложным движением эластичной рабочей камеры // Изв. ВУЗов, «Химия и химическая технология». – 2008. – т. 51, – Вып. 8. – С. 75–77.

References

1. Kafarov V.V., Men'shikov V.V. Teor. osnovy him. tehnologii. 1995. Vol. 24, no. 6. pp. 565–574.
2. Kuhtin I.V. Lakokrasochnye materialy i ih primeneniye, 2009, no. 1–2, p.70.
3. Solov'ev V.P., Lakokrasochnye materialy i ih primeneniye, 1996, no.10, pp. 37–38.
4. Stepin S.N. Organizaciya proizvodstva i oborudovanie dlja poluchenija pigmentirovannyh lakokrasochnyh materialov: Ucheb. posobie. Kazan. gos. tehnol. un-t, Kazan', 2005, 104 p.
5. Tarshis M.Ju., Izv. VUZov «Himija i himicheskaja tehnologija». 2008. Vol. 51, no. 8. pp. 75–77.

Рецензенты:

Бачурин В.И., д.ф.-м.н., профессор кафедры «Высшая и прикладная математика» Ярославского филиала МИИТ, г. Ярославль;
Смирнов А.Д., д.ф.-м.н., профессор Ярославского государственного университета им. П.Г. Демидова, г. Ярославль.

Работа поступила в редакцию 28.07.2014.

УДК 53.082

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ НАНОЖИДКОСТИ

Жаров А.В., Савинский Н.Г., Павлов А.А., Евдокимов А.Н.

*ФГБОУ ВПО «Ярославский государственный технический университет»,
Ярославль, e-mail: pavlovaa@list.ru*

При увеличении удельных мощностей двигателей внутреннего сгорания возрастает количество теплоты, которое необходимо отводить от нагретых узлов и деталей. Эффективность современных систем охлаждения и способ увеличения интенсивности теплопередачи практически достигли своего предела. Целью данной работы является исследование инновационных охлаждающих жидкостей для систем охлаждения теплоэнергетических устройств на основе двухфазных систем, состоящих из базовой среды (вода) и наночастиц. Рассмотрен один из методов измерения теплопроводности жидкости под названием 3 ω -hot-wire. Представлены результаты измерения коэффициента теплопроводности наножидкости на основе оксида графена при различной концентрации последнего. Установлено, что при применении 1,25 % графена коэффициент теплопроводности наножидкости увеличился на 70 %.

Ключевые слова: теплопроводность, коэффициент теплопроводности, оксид графена, наножидкость, система охлаждения, испытательный стенд

EXPERIMENTAL METHOD OF MEASUREMENT OF HEAT CONDUCTIVITY OF NANOLIQUID

Zharov A.V., Savinskiy N.G., Pavlov A.A., Evdokimov A.N.

FGBOU VPO «The Yaroslavl state technical university», Yaroslavl, e-mail: pavlovaa@list.ru

With the increase in the specific capacities of internal combustion engines increases the amount of heat that must be removed from the heated components and parts. The effectiveness of modern cooling systems and way of increasing the heat transfer rate almost reached its limit. The aim of this work is to study innovative fluids for cooling systems of heat-and-power devices on the basis of two-phase system consisting of a baseline environment (water) and nanoparticles. Considered one of the methods thermal conductivity measurements using the 3- Ω Technique. Presents the results of measurement of heat conductivity coefficient of nanofluids graphene-based at different concentrations of the latter. It is established that at the use of 1.25 % of graphene conductivity coefficient of nanofluids increased by 70 %.

Keywords: heat conductivity, heat conductivity coefficient, decanter oxide, nanoliquid, cooling system, test bench

Известно, что при современных тенденциях повышения удельных мощностей двигателей внутреннего сгорания, а также к более высоким скоростям и меньшим размерам для микроэлектронных устройств постоянно возрастает количество теплоты, которое необходимо отводить от нагретых узлов и деталей. Применение различных теплопроводящих жидкостей для отвода тепла является одним из наиболее распространенных и эффективных способов. Эффективность современных конструкций охлаждающих устройств, как и обычный способ увеличения интенсивности теплопередачи, практически достигли своего предела. Известно, что обычные охлаждающие жидкости (вода, масла, гликоли, фторуглероды), обладают достаточно низкой теплопроводностью (табл. 1), что является ограничивающим фактором в современных конструкциях систем охлаждения. Для увеличения их теплопроводности можно создать многофазную (минимум двухфазную) дисперсную среду, где роль дисперсии выполняют частицы со значительно большим коэффициентом теплопроводности, чем базовая жидкость. Максвелл в 1881 году пред-

ложил добавить твердые частицы с высокой теплопроводностью в базовую теплопроводящую охлаждающую жидкость.

Идея состоит в том, чтобы смешать металлические материалы, такие как серебро, медь, железо, и неметаллические материалы, такие как глинозем, CuO, SiC и углеродные трубки, обладающие более высокой теплопроводностью по сравнению с базовой теплопроводящей жидкостью с меньшим коэффициентом теплопроводности. Первоначально твердые частицы (такие как серебро, медь, железо, углеродные трубки, обладающие более высокой теплопроводностью по сравнению с базовой жидкостью) микронных и даже миллиметровых размеров были смешаны с базовыми жидкостями с получением суспензий. Достаточно большой размер применяемых частиц и трудности в производстве наноразмерных частиц стали ограничивающими факторами в применении таких суспензий. Указанная проблема была решена работами сотрудников Аризонской национальной лаборатории S. Choi и J. Eastman, которые провели эксперименты с металлическими частицами нанометровых размеров [3]. Они

соединяли различные металлические наночастицы и наночастицы металлических окислов с различными жидкостями и по-

лучили очень интересные результаты. Эти суспензии наноструктурированных материалов были названы «наножидкостями».

Таблица 1

Сравнение коэффициентов теплопроводности материалов для наножидкостей

Материалы		Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)
Углерод	Графен	~5000
	Алмаз	2300
	УНТ	~2000
	Графит	110–190
Металлические материалы	Серебро	429
	Медь	401
	Алюминий	237
Теплопроводящие жидкости	Вода	0.613
	Этиленгликоль	0.253
	Моторное масло	0.145

С целью разработки современных инновационных охлаждающих жидкостей для систем охлаждения высокофорсированных теплоэнергетических устройств нами были рассмотрены двухфазные системы, состоящие из базовой среды (вода, этиленгликоль, масла и др.) и наночастиц, т.е. частиц с характерными размерами от 1 до 100 нм. Важной особенностью наножидкостей является то, что даже при добавлении небольшого количества наночастиц они показывают серьезное повышение в теплопроводности (иногда более, чем в 10 раз). Причем повышение теплопроводности наножидкости зависит от температуры – с ростом температуры увеличивается повышение коэффициента теплопроводности.

При создании таких наножидкостей, представляющих собой двухфазную систему, необходим надежный и достаточно точный метод измерения коэффициента теплопроводности.

Нами рассмотрены разные методы измерения коэффициента теплопроводности для

жидкостей [1, 2, 4]. В результате проведенного анализа был выбран «3 ω -проводной» метод для измерения теплопроводности наножидкостей с достаточно высокой точностью [5].

«3 ω -проводной» метод используется для одновременного измерения теплопроводности и температуропроводности материалов. Он основан на измерении повышения температуры, зависящей от времени в источнике тепла, то есть горячем проводе, который погружен в жидкость для тестирования. Металлическая проволока одновременно служит электрическим нагревателем сопротивления и термометром сопротивления. Металлические проволоки изготавливаются крайне малыми в диаметре (несколько десятков мкм). Повышение температуры проволоки достигает обычно 10°C и влиянием конвекции при этом можно пренебречь.

Металлическая проволока длиной L и радиусом r , взвешенная в жидкости, действует как нагреватель и термометр сопротивления, как показано на рис. 1.

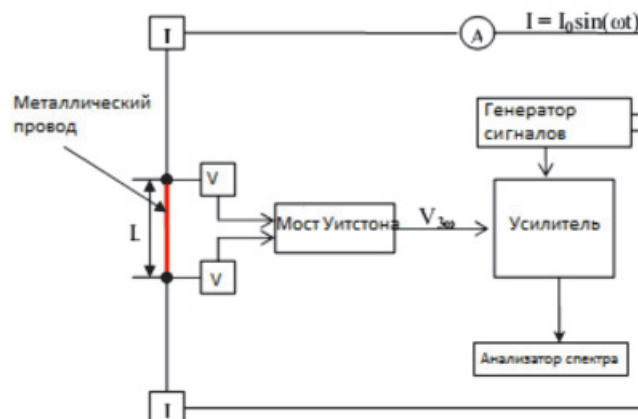


Рис. 1. Схема установки метода «3 ω горячей проволоки» для измерения теплопроводности жидкости

Сущность используемого метода определения коэффициента теплопроводности заключается в следующем. Переменный ток течет через металлический провод (нагреватель). Характеристика переменного тока определяется уравнением

$$I(t) = I_0 \cos(\omega t), \quad (1)$$

где I_0 – является амплитудой переменного синусоидального тока; ω – частота тока; t – время.

$$P(t) = I_0^2 R_E \cos^2(\omega t) = \left(\frac{I_0^2 R_E}{2} \right)_{DC} + \left(\frac{I_0^2 R_E \cos(2\omega t)}{2} \right)_{2\omega}, \quad (3)$$

где R_E является электрическим сопротивлением металлической проволоки в условиях эксперимента, и оно является функцией температуры.

Выделившаяся тепловая мощность порождает изменение температуры в нагревателе, которое также является суперпозицией компоненты постоянного тока и компоненты 2ω переменного тока:

$$\Delta T(t) = \Delta T_{DC} + \Delta T_{2\omega} \cos(2\omega t + \varphi), \quad (4)$$

$$\begin{aligned} R_E(t) &= R_{E0} \left\{ 1 + C_{rt} [\Delta T_{DC} + \Delta T_{2\omega} \cos(2\omega t + \varphi)] \right\} = \\ &= R_{E0} (1 + C_{rt} \Delta T_{DC})_{DC} + (R_{E0} C_{rt} \Delta T_{2\omega} \cos(2\omega t + \varphi))_{2\omega}, \end{aligned} \quad (5)$$

где C_{rt} – температурный коэффициент сопротивления для металлического провода; R_{E0} – справочное сопротивление нагревателя при температуре T_0 .

$$\begin{aligned} V(t) = I(t) R_E(t) &= (I_0 R_{E0} (1 + C_{rt} \Delta T_{DC}) \cos(\omega t))_{power} + \\ &+ \left(\frac{I_0 R_{E0} C_{rt} \Delta T_{2\omega}}{2} \cos(3\omega t + \varphi) \right)_{3\omega} + \left(\frac{I_0 R_{E0} C_{rt} \Delta T_{2\omega}}{2} \cos(\omega t + \varphi) \right)_{1\omega}. \end{aligned} \quad (6)$$

В уравнении (6) напряжение на проводе содержит: падение напряжения из-за сопротивления постоянного тока провода при 1ω и два новых компонента, пропорциональные повышению температуры в проводе при 3ω и при 1ω . 3ω компонента напряже-

ния $V_{3\omega} = \left(\frac{I_0 R_{E0} C_{rt} \Delta T_{2\omega}}{2} \cos(3\omega t + \varphi) \right)_{3\omega}$

может быть извлечена при помощи усили-

$$\Delta T_{2\omega} = \frac{P}{2\pi L k_f} \left[0,5 \ln \left(\frac{\alpha_f}{r^2} \right) - 0,5 \ln \omega + \eta \right] - i \left(\frac{P}{\pi L k_f} \right) = \frac{P}{\pi L k_f} f_{linear}(\ln \omega), \quad (8)$$

где α_f – коэффициент температуропроводности; k_f – коэффициент теплопроводности базовой жидкости; η – константа.

Переменный ток протекает через проволоку, действуя как нагреватель. В соответствии с законом Джоуля – Ленца определяется количество теплоты, выделяющееся при прохождении по проводнику электрического тока:

$$dQ = I^2 R dt \quad (2)$$

и представляет собой суперпозицию источника постоянного тока и 2ω модулированного источника тепла,

где ΔT_{DC} – амплитуда изменения температуры под действием постоянного тока; $\Delta T_{2\omega}$ – амплитуда изменения температуры под действием переменного тока; φ – сдвиг фазы, индуцированный нагревом массы образца.

Электрическое сопротивление провода зависит от температуры и это и есть 2ω компонент переменного тока в сопротивлении проволоки:

Обычно T_0 это температура объемного образца.

Напряжение на металлическом проводе может быть получено как,

теля, а затем используется для вывода амплитуды изменения температуры при 2ω :

$$\Delta T_{2\omega} = \frac{2V_{3\omega}}{I_0 R_{E0} C_{rt}}. \quad (7)$$

Частотная зависимость изменения температуры $\Delta T_{2\omega}$ получена изменением частоты переменного тока при постоянном напряжении $V_{1\omega}$. В то же самое время зависимость изменения температуры $\Delta T_{2\omega}$ от частоты может быть аппроксимирована как

Изменение температуры при частоте 2ω в металлической проволоке может быть выведено при помощи компоненты напряже-

ния частоты 3ω , как показано в уравнении (8). Коэффициент теплопроводности жидкости k_f определяется по наклону 2ω изменения температуры металлической проволоки по отношению к частоте ω ,

$$k_f = -\frac{P}{4\pi L} \left(\frac{\partial T_{2\omega}}{\partial \ln \omega} \right)^{-1}, \quad (9)$$

где P – применяемая мощность; ω – является частотой приложенного электрического тока; L – длина металлической проволоки; $\Delta T_{2\omega}$ – амплитуда изменения температуры на частоте 2ω в металлической проволоке.

3ω -проводной метод имеет несколько преимуществ перед традиционным методом горячего провода:

1) температурные колебания могут быть достаточно маленькими (ниже 1К, по сравнению с приблизительно 5К для метода горячей проволоки) в исследуемой жидкости, чтобы сохранить постоянные свойства жидкости;

2) фоновые шумы, такие как изменение температуры, имеют гораздо меньшее влияние на результаты измерений.

Эти преимущества делают этот метод идеально подходящим для измерения температурной зависимости коэффициента теплопроводности наножидкостей.

Установка для измерения коэффициента теплопроводности включает следующие компоненты: мост Уинстона; генератор сигналов; анализатор спектра; осциллограф.

Мост Уинстона представляет собой схему, применяемую для сравнения неизвестного сопротивления R_x с известным сопротивлением R_0 . Схема моста приведена на рис. 2. Четыре плеча моста Уинстона АВ, ВС, АД и DC представляют собой сопротивления R_x , R_0 , R_1 и R_2 соответственно. В диагональ ВД включается гальванометр, а в диагональ AC подсоединяется источник питания.

Если соответствующим образом подобрать величины переменных сопротивлений R_1 и R_2 , то можно добиться равенства потенциалов точек В и Д: $\phi_B = \phi_D$. В этом случае ток через гальванометр не пойдет, то есть $I = 0$. При этих условиях мост будет сбалансирован, и можно найти неизвестное сопротивление R_x . Для этого воспользуемся правилами Кирхгофа для разветвленных цепей. Применяя первое и второе правила Кирхгофа, получим

$$R_x = R_0 \cdot R_1 / R_2.$$

Точность в определении R_x указанным методом в большой степени зависит от выбора сопротивлений R_1 и R_2 . Наибольшая точность достигается при $R_1 \approx R_2$.

Генератор сигналов выступает в качестве источника электрических колебаний

в диапазоне 0,01 Гц – 2 МГц с высокой точностью (с дискретностью через 0,01 Гц). Марка генератора сигналов ГЗ-110.

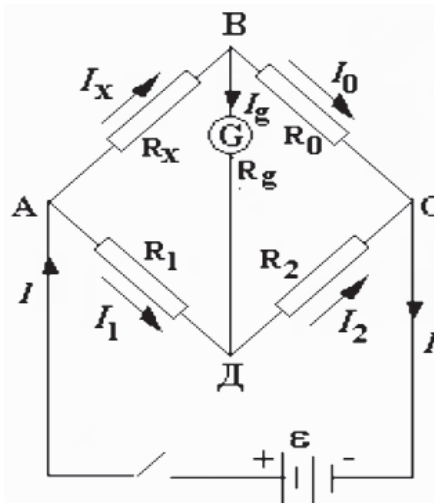


Рис. 2. Схема моста Уинстона

Анализатор спектра предназначен для выделения 3ω составляющей спектра. Перед началом работы анализатор спектра тестировался на соответствие величины напряжения третьей гармоники. Для этого на вход анализатора спектра подается сигнал с генератора ГЗ-110 и параллельно – на широкополосный цифровой вольтметр. Эффективное значение амплитуды напряжения сравнивалось на анализаторе спектра и вольтметре. Расхождение значений составило 2%. Калибровка анализатора спектра также выполнялась на внутреннем тесте прибора, на частоте 10 кГц. Величина сигнала на несущей частоте составила 80 мВ.

Осциллограф С1-114/1 предназначен для исследования формы электрических сигналов.

Перед началом исследования нагреватель (проволока) должен быть помещен в исследуемый образец жидкости. Проволока не должна касаться стенок сосуда. Далее производили сканирование по частоте в диапазоне от 100 до 1600 Гц. На анализаторе спектра при исследуемой частоте фиксируется величина сигнала 1, 2, 3 гармоники в автоматическом режиме.

Для измерения амплитуды силы тока использовали последовательно включенный в цепь резистор сопротивлением $\sim 0,47$ Ом. Величина должна быть такая, чтобы она не превышала номинал измерительного плеча порядка 1 Ом. С помощью осциллографа находили напряжение U . Зная R и U , находили амплитуду силы тока I_0 . Для расчета приложенной мощности измеряется напряжение в цепи.

Вначале исследуется широкий частотный диапазон. Определяется более узкая область частот, где линейность графика наиболее высока. Затем в выбранной области частот производится измерение с более мелким шагом частоты.

В табл. 2 представлены результаты измерения коэффициента теплопроводности наножидкости, представляющей собой 0,35 % суспензию оксида графена в базовой жидкости (воде), с помощью медной изолированной проволоки длиной 19 см,

диаметром 100 мкм, при температуре 26 °С для частотного диапазона 780...840 Гц.

На рис. 3 приведен общий вид стенда для измерения коэффициента теплопроводности жидкости.

В табл. 3 представлена зависимость коэффициента теплопроводности суспензии оксида графена от его концентрации в жидкости при температуре 26 °С. Измерения коэффициентов теплопроводности наножидкости осуществлялись при различной концентрации оксида графена от 0 до 1,25 %.

Таблица 2

Результаты измерения коэффициента теплопроводности наножидкости

Частотный диапазон	Круговая частота	Сила тока	Амплитуда напряжения третьей гармоники	Изменение температуры	Логарифм круговой частоты	Мощность	Наклон графика	Коэффициент теплопроводности
ν , Гц	ω , с ⁻¹	I_0 , А	$U_{3\omega}$, В	ΔT_{20} , К	$\ln(\omega)$, с ⁻¹	P , Вт	$T/\ln(\omega)$	k , Вт/м·К
780	4900,88	0,46	0,000044	0,138	8,50	0,28	-0,153	0,75
790	4963,72	0,46	0,000042	0,133	8,51	0,27	-0,153	0,74
800	5026,55	0,46	0,000041	0,131	8,52	0,26	-0,153	0,72
810	5089,38	0,45	0,000041	0,130	8,53	0,26	-0,153	0,71
820	5152,21	0,45	0,000040	0,128	8,55	0,25	-0,153	0,69
830	5215,04	0,45	0,000038	0,124	8,56	0,25	-0,153	0,68
840	5277,88	0,44	0,000038	0,123	8,57	0,25	-0,153	0,67



Рис. 3. Общий вид стенда для измерения коэффициента теплопроводности жидкости

В табл. 3 также приведены значения коэффициентов теплопроводности, определенные по формуле Максвелла.

$$\frac{k}{k_f} = \frac{k_p + 2k_f + 2\varphi(k_p - k_f)}{k_p + 2k_f - \varphi(k_p - k_f)}, \quad (10)$$

где k – коэффициент теплопроводности наножидкости; k_f – коэффициент теплопроводности базовой жидкости; k_p – коэффициент теплопроводности дисперсной фазы (наночастиц); φ – величина объемной фазы каждой из фаз дисперсий.

Таблица 3

Коэффициент теплопроводности суспензии оксида графена

Концентрация оксида графена	Измеренный коэффициент теплопроводности наножидкости	Коэффициент теплопроводности наножидкости по Максвеллу	Отношение коэффициентов теплопроводности	
$C, \%$	$k_{\text{эксп}}, \text{Вт/м}\cdot\text{К}$	$k_{\text{теор}}, \text{Вт/м}\cdot\text{К}$	$k_{\text{эксп}}/k_{\text{теор}}$	$k_{\text{эксп}}/k_{\text{табл. воды}}$
0,00	0,59	0,590	1,00000	1,00000
0,35	0,69	0,609	1,13300	1,16949
1,00	0,75	0,618	1,21359	1,27119
1,25	1,00	0,623	1,60514	1,69492

Отношение коэффициентов теплопроводности $k_{\text{эксп}}/k_{\text{теор}}$ и $k_{\text{эксп}}/k_{\text{табл. воды}}$ приведены на рис. 4.

Такие отклонения экспериментальных данных от предсказанных классическим Максвелловским уравнением, по нашему мнению, могут быть связаны с физическими механизмами увеличения теплопроводности наножидкости, а именно:

– за счет броуновского движения частиц; перемешивание жидкости создает

микро-конвективный эффект, тем самым повышая энергию теплопереноса;

– переносом тепла по механизму перколяции преимущественно вдоль кластерных каналов, образующихся в результате агломерации наночастиц, пронизывающих всю структуру растворителя (обычной жидкости);

– молекулы базовой жидкости образуют высоко ориентированные слои вокруг наночастиц, таким образом увеличивая объемную долю наночастиц.

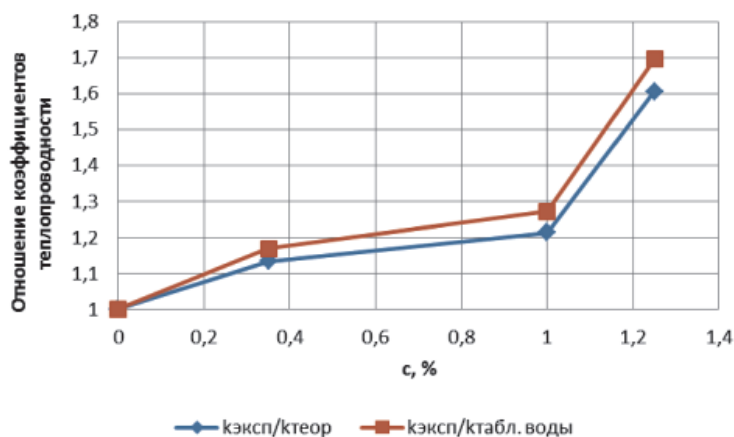


Рис. 4. Зависимость отношения коэффициентов теплопроводности от концентрации оксида графена

Работа выполнена с привлечением оборудования Центра коллективного пользования научным оборудованием «Диагностика микро-и наноструктур» при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ.

Список литературы

- Осипова В.А. Экспериментальное исследование процессов теплообмена: учеб. пособие для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергия, 1979. – 320 с.
- Теплопередача / В.П. Исаченко, В.А. Осипова, А.С. Сукомел – М.: Энергия, 1975. – 488 с.
- Anomalously increased effective thermal conductivities of ethylene glycol-based nanofluids containing copper nanoparticles / J.A. Eastman, S.U.S. Choi, S. Li, W. Yu, L.J. Thompson Appl. Phys. Lett. 78,718; 2001.
- Thermal Conductivity Measurements Using the 3-Omega Technique: Application to Power Harvesting Microsystems / David de Koninck; Thesis of Master of Engineering, McGill University, Montréal, Canada, 2008. – 106 с.
- Thermal Conductivity Measurement / W.A. Wakeham, M.J. Assael 1999 by CRC Press LLC.

References

- Osipova V.A. Eksperimentalnoe issledovanie protsessov teploobmena. Ucheb. posobie dlya vuzov. – 3-e izd., pererab. i

dop. (Pilot study of processes of heat exchange) Moscow: Energiya, 1979. 320 p.

2. Teploperedacha / Isachenko V.P., Osipova V.A., Sukomel A.S. (Heat transfer) Moscow: Energiya, 1975. 488 p.

3. Anomalously increased effective thermal conductivities of ethylene glycol-based nanofluids containing copper nanoparticles / J.A. Eastman, S.U.S. Choi, S. Li, W. Yu, L.J. Thompson Appl. Phys. Lett. 78,718; 2001.

4. Thermal Conductivity Measurements Using the 3-Omega Technique: Application to Power Harvesting Microsystems / David de Koninck; Thesis of Master of Engineering, McGill University, Montréal, Canada, 2008. 106 p.

5. Thermal Conductivity Measurement / W. A. Wakeham, M.J. Assael 1999 by CRC Press LLC.

Рецензенты:

Епархин О.М., д.т.н., профессор, директор Ярославского филиала ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет путей сообщения», г. Ярославль;

Амиров И.И., д.ф.-м.н., научный сотрудник Ярославского филиала ФГБУН «Физико-технологический институт» Российской академии наук, г. Ярославль.

Работа поступила в редакцию 28.07.2014.

УДК 517.926

АНАЛОГ ЗАДАЧИ ФРАНКЛЯ ДЛЯ СМЕШАННОГО УРАВНЕНИЯ ВТОРОГО ПОРЯДКА С ПЕРЕМЕННЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ ПРИ МЛАДШИХ ЧЛЕНАХ

¹Лайпанова А.М., ²Желдашева А.О., ²Лесев В.Н.

¹Московский государственный университет путей сообщения, Москва, e-mail: aida7@list.ru;

²ГОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова»,
Нальчик, e-mail: diff@kbsu.ru

В работе поставлена и исследована краевая задача типа задачи Франкля для обобщенного смешанного уравнения парабола-гиперболического типа с переменными коэффициентами при младших членах в конечной односвязной области. Для исходной задачи была сформулирована и доказана методом «abc» теорема единственности. Выполнение условий этой теоремы обеспечивает тривиальность соответствующей однородной задачи, что и гарантирует единственность решения исследуемой краевой задачи в целом. Доказательство существования явного аналитического решения задачи проведено для одного частного случая исходного уравнения. При этом были использованы метод функций Грина и метод интегральных уравнений. В результате определены условия, при которых вопрос разрешимости задачи в требуемом классе функций может быть эквивалентно редуцирован к вопросу разрешимости соответствующего интегрального уравнения.

Ключевые слова: задача Франкля, смешанное уравнение, метод «abc», однозначная разрешимость

ANALOG OF THE FRANCL PROBLEM FOR THE MIXED SECOND ORDER EQUATION WITH VARIABLE COEFFICIENTS AT YOUNGER MEMBERS

¹Laypanova A.M., ²Zheldasheva A.O., ²Lesev V.N.

¹Moscow State University of Communications, Department of «service and tourism»,
Moscow, e-mail: aida7@list.ru;

²Kabardino-Balkar State University. KhM Berbekova, Nalchik, e-mail: diff@kbsu.ru

In the paper we investigate the unique solvability of the boundary value problem for the generalized Frankl mixed parabolic-hyperbolic type with variable coefficients of the lower terms in a finite simply connected domain. The theorem of uniqueness of the solution of the investigated problem has been formulated and proved by the method of «abc». The conditions of this theorem provides the corresponding homogeneous problem is trivial, and that guarantees the uniqueness of solutions investigated boundary-value problem in general. Proof of the existence of explicit analytical solutions is carried out for one particular case of the original equation. At the same time were used Green's function method and the method of integral equations. As a result, the conditions under which the question of the solvability of a class of functions required can be reduced is equivalent to the solvability of the corresponding integral equation.

Keywords: Frankly problem, mixed equation, «abc» method, the single-valued solvability

В связи с появлением все новых приложений уравнений смешанного типа теория краевых задач для них в последние годы получила новый импульс развития. При этом существенную роль в приложениях занимают краевые задачи для парабола-гиперболических уравнений (например [1–5]), отличающиеся от иных в первую очередь специальными методами, применяемыми при их исследовании. Говоря о задаче Франкля и ее аналогах для смешанных парабола-гиперболических уравнений, следует отметить, что их изучение

не носит систематического характера, несмотря на значительную важность подобных исследований [6].

В настоящей работе представлено доказательство единственности решения аналога задачи Франкля для смешанного парабола-гиперболического уравнения с переменными коэффициентами, а также доказано существование частного аналитического решения.

Постановка задачи

Рассмотрим уравнение

$$0 = Lu \equiv \begin{cases} u_{xx} + a_1(x, y)u_x + b_1(x, y)u_y + c_1(x, y)u, & y > 0, \\ u_{yy} - |y|^m u_{xx} + a_2(x, y)u_y + b_2(x, y)u, & m > 0, y < 0, \end{cases} \quad (1)$$

в конечной односвязной области Ω евклидовой плоскости независимых переменных x, y , ограниченной отрезком $A'A$ оси $x = 0$;

$-1 \leq y \leq 1$; отрезками $B'B, AB$ прямых $x = \ell$,
 $y = 1$; характеристикой $A'C_m$:
 $x + 2 / (m + 2) (-y)^{(m+2)/2} = \ell_1$

уравнения (1), где $A'(0, -1)$, $C(\ell_1, 0)$, $\ell_1 \leq \ell$ и отрезком CB' оси x , $\ell_1 \leq x \leq \ell$, $\ell_1 = 2/(m+2)$.

Обозначим через $\Omega_1 = \Omega \cap \{y > 0\}$; OP – часть характеристики уравнения (1), исходящей из точки $O(0,0)$ до пересечения с $A'C$ в точке P ; Ω_2 – область, ограниченная кривыми OP , PC и OC ; Ω_3 – область, ограниченная кривыми OA' , $A'P$ и PO .

Относительно коэффициентов уравнения (1) предполагается, что

$$a_1 \in C^1(\bar{\Omega}_1); \quad b_1 \in C^2(\bar{\Omega}_1); \\ c_1 \in C(\bar{\Omega}_1); \quad a_2, b_2 \in C^1(\bar{\Omega}_2 \cup \bar{\Omega}_3),$$

причем $b_1(x, y) < 0$, $c_1(x, y) \leq 0$, $a_1(x, y) \leq 0$, $b_2(x, y) \leq 0$.

Задача Ф. Требуется найти функцию $u(x, y)$ со следующими свойствами:

$$1) u(x, y) \in C(\bar{\Omega}) \cap C^1(\Omega \cup A'A \setminus OP) \cap C^2(\Omega_1 \cup \Omega_2 \cup \Omega_3);$$

$$2) Lu(x, y) = 0, \quad (x, y) \in (\Omega_1 \cup \Omega_2 \cup \Omega_3);$$

$$3) u(x, y) \text{ удовлетворяет краевым условиям:}$$

$$u_x|_{AA'} = 0; \quad (2)$$

$$u|_{CB'} = \Psi_1(x), \quad \ell_1 \leq x \leq \ell; \quad (3)$$

$$u|_{B'B} = \Psi_2(y), \quad 0 \leq y \leq 1; \quad (4)$$

$$u(0, y) - u(0, -y) = f(y), \quad -1 \leq y \leq 1, \quad (5)$$

где $\Psi_1(x)$, $\Psi_2(y)$, $f(y)$ – заданные функции, удовлетворяющие условию Гельдера.

Доказательство единственности решения задачи Ф

Покажем, что однородная задача Ф ($\Psi_1 = \Psi_2 = f = 0$) имеет только нулевое решение. Справедлива следующая

Теорема 1. Пусть коэффициенты уравнения (1) удовлетворяют условию

$$a_{1x} + b_{1y} + kb_1 - 2c_1 \geq 0,$$

где

$$k = \text{const} < \max_{\Omega_1} \{2c_1 - a_{1x} - b_{1y}\} / b_1;$$

$$b_1^2(b_1'' - a_1b_1) + b_1^3(a_1' - 2c_1) - 2b_1b_1'^2 \leq 0;$$

$$b_1'(0,0) - a_1(0,0)b_1(0,0) \leq 0;$$

$$0 \leq a_2(x,0) \leq m/2; \quad b_2(x, y) \leq 0.$$

Тогда решение $u(x, y)$ однородной задачи Ф в области Ω тождественно равно нулю.

Для доказательства теоремы 1 применим метод «абс». Умножим уравнение (1) на выражение

$$\alpha(x, y)u + \beta(x, y)u_x + \gamma(x, y)u_y,$$

где α , β , γ – пока произвольные достаточно гладкие функции, и проинтегрируем полученное соотношение по области Ω .

В результате, принимая во внимание, что $u_x = x_n u_n$, $u_y = y_n u_n$ на $B'B$, где x_n и y_n – направляющие косинусы внешней нормали $\vec{n} = (x_n, y_n)$ к границе области Ω , $dx = (-y)^{m/2} dy$ на характеристике $A'C$ и учитывая однородные граничные условия, приходим к равенству

$$0 = \int_{\Omega} (\alpha u + \beta u_x + \gamma u_y) Lu \, dx dy = \sum_{n=1}^{15} I_n + F, \quad (6)$$

где I_n – интегралы от искомой функции, а F – слагаемые, содержащие квадраты искомой функции в явном виде.

Выбирая функции α , β , γ таким образом, чтобы все интегралы I_n в (6) были неотрицательны. Для этого достаточно положить в Ω_1 $\alpha = -\exp(ky)$; $\beta = 0$, $\gamma = 0$, а в Ω_i , $i = 2, 3$,

$$\alpha = (1+y)\alpha_0^-; \quad \beta = \beta_0^-(-y)^{m/2};$$

$$\gamma = \gamma_0^- = \text{const} > 0,$$

где $\alpha_0^- = \text{const} < 0$; $\beta_0^- = \text{const} < 0$; $\gamma_0^- = \text{const} > 0$ таковы, что выполняются неравенства:

$$[(2b_2 - a_{2y})(1+y) - a_2] \alpha_0^- - \beta_0^- [(-y)^m b_{2x} + \gamma_0^- b_{2y}] \geq 0;$$

$$[k - a_2(x, -0)] \exp(ky) - \gamma_0^- b_2(x, -0) + b_1(x, +0) \geq 0;$$

$$\beta_0^- + \gamma_0^- < 0; \quad \beta_0^{-2}(2a_2 + my)y + 8a_2\gamma_0^- [\gamma_0^- m - 2y(1+y)] \geq 0.$$

Тогда нетрудно убедиться в том, что при выполнении условий теоремы 1, $u \equiv 0$ в Ω . Следовательно, в силу тривиальности решения однородной задачи решение задачи Ф единственно.

Доказательство существования решения задачи Ф

Проведем доказательство существования решения для случая

$$a_1 = c_1 = a_2 = b_2 = 0, \\ b_1 = -1.$$

Решение уравнения (1) при $y < 0$, удовлетворяющее условиям Коши

$$u(x, 0) = \tau(x),$$

$$u_y(x, 0) = \nu(x),$$

имеет вид [7]:

$$u(x, y) = \bar{\gamma}_1 \int_0^1 \tau \left[x + (1 - 2\bar{\beta})(-y)^{\frac{m+2}{2}} (2t-1) \right] [t(1-t)]^{\bar{\beta}-1} dt + \\ + \bar{\gamma}_2 y \int_0^1 \nu \left[x + (1 - 2\bar{\beta})(-y)^{\frac{m+2}{2}} (2t-1) \right] [t(1-t)]^{-\bar{\beta}} dt, \quad (7)$$

где $\bar{\gamma}_1 = \Gamma(2\bar{\beta})/\Gamma^2(\bar{\beta}); \quad \bar{\gamma}_2 = \Gamma(2-2\bar{\beta})/\Gamma^2(1-\bar{\beta}); \quad \bar{\beta} = \frac{m}{2(m+2)}.$

Учитывая условие (6), получим соотношение между $\tau(x)$, $\nu(x)$, $\phi(y) = u(0, y)$, $0 \leq y \leq 1$. Для этого положим в равенстве (7) $x = 0$, затем заменим $(-y)$ на $[y/(1-2\bar{\beta})]^{1-2\bar{\beta}}$,

полученное выражение умножим на $y^{2\bar{\beta}}/(x^2 - y^2)^{\bar{\beta}}$, проинтегрируем по y от 0 до x и, наконец, продифференцируем полученное равенство по x . Получим

$$\tau(x) = \rho_0 \int_0^x \frac{\nu(t) dt}{(x-t)^{2\bar{\beta}}} + \\ + \rho_1 \frac{d}{dx} \int_0^x \frac{y^{2\bar{\beta}} \phi[y/(1-2\bar{\beta})]^{1-2\bar{\beta}}}{(x^2 - y^2)^{\bar{\beta}}} dy + g(x), \quad (8)$$

где $\rho_0 = [(1-2\bar{\beta})^{2\bar{\beta}} \sin \bar{\beta} \pi] / [2^{1-2\bar{\beta}} \bar{\gamma}_1 \pi]; \quad \rho_1 = \sin \bar{\beta} \pi / [2^{1-2\bar{\beta}} \bar{\gamma}_1 \pi];$

$$g(x) = -\frac{d}{dx} \int_0^x \frac{y^{2\bar{\beta}} f[(y/(1-2\bar{\beta}))^{1-2\bar{\beta}}]}{(x^2 - y^2)^{\bar{\beta}}} dy; \quad 0 \leq x \leq 1-2\bar{\beta}.$$

Решая в параболической части Ω_1 смешанную задачу $u_x(0, y) = 0$, $u(x, 0) = \tau(x)$,

$u(\ell, y) = \Psi_2(y)$ для уравнения (1) при $y > 0$, получим

$$2\sqrt{\pi} u(x, y) = \int_0^{1-2\bar{\beta}} \tau(\xi) G(\xi, 0; x, y) d\xi + \\ + \int_{1-2\bar{\beta}}^{\ell} \Psi_1(\xi) G(\xi, 0; x, y) d\xi - \int_0^y \Psi_2(\eta) G_{\xi}(\ell, \eta; x, y) d\eta, \quad (9)$$

где $G(\xi, \eta; x, y) = (y - \eta)^{-\frac{1}{2}} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \left\{ \exp \left[-\frac{(x - \xi + 2n)^2}{4(y - \eta)} \right] + \exp \left[-\frac{(x + \xi + 2n)^2}{4(y - \eta)} \right] - \right. \\ \left. - \exp \left[-\frac{(x - \xi + 2n - 2\ell)^2}{4(y - \eta)} \right] + \exp \left[-\frac{(x + \xi + 2n - 2\ell)^2}{4(y - \eta)} \right] \right\} \quad (10)$

– функция Грина смешанной задачи уравнения теплопроводности.

Полагая в (9) $x = 0$ и учитывая условие (2) после замены переменной ξ по формуле $\xi = (1 - 2\bar{\beta})t$ в первом интеграле, получим

$$2\sqrt{\pi}u(0, y) = 2\sqrt{\pi}\phi(y) = q_0(y) + (1 - 2\bar{\beta}) \int_0^1 G((1 - 2\bar{\beta})t, 0; 0, y) \tau((1 - 2\bar{\beta})t) dt, \quad (11)$$

где

$$q_0(y) = \int_{1-2\bar{\beta}}^{\ell} \Psi_1(\xi) G(\xi, 0; 0, y) d\xi - \int_0^y \Psi_2(\eta) G(\ell, \eta; 0, y) d\eta.$$

В равенстве (11) y заменим через $y^{2\bar{\beta}} / (x^2 - y^2)^{\bar{\beta}}$ и проинтегрируем от 0 до x $[y / (1 - 2\bar{\beta})]^{1-2\bar{\beta}}$, затем умножим обе части на $y^{2\bar{\beta}} / (x^2 - y^2)^{\bar{\beta}}$ и проинтегрируем по y и, наконец, полученное выражение продифференцируем по x , получим

$$\frac{d}{dx} \int_0^x \frac{y^{2\bar{\beta}}}{(x^2 - y^2)^{\bar{\beta}}} \phi \left[\left(\frac{y}{1 - 2\bar{\beta}} \right)^{1-2\bar{\beta}} \right] dy = \int_0^1 \Im(x, t) \tau[(1 - 2\bar{\beta})t] dt + q_1(x), \quad (12)$$

где

$$\Im(x, t) = \frac{1 - 2\bar{\beta}}{2\sqrt{\pi}} \frac{d}{dx} \int_0^x \frac{y^{2\bar{\beta}}}{(x^2 - y^2)^{\bar{\beta}}} G \left[(1 - 2\bar{\beta})t, 0; 0, \left(\frac{y}{1 - 2\bar{\beta}} \right)^{1-2\bar{\beta}} \right] dy;$$

$$q_1(x) = \frac{d}{dx} \int_0^x \frac{y^{2\bar{\beta}}}{(x^2 - y^2)^{\bar{\beta}}} q_0 \left[\left(\frac{y}{1 - 2\bar{\beta}} \right)^{1-2\bar{\beta}} \right] dy.$$

В силу свойств функции Грина (10) и заданных функций $\Psi_1(x)$, $\Psi_2(y)$ заключаем, что

$$q_0(y) \in C[0, 1] \cap C^2]0, 1[, \quad q_1(x) \in C[0, \ell] \cap C^2]0, \ell[, \quad \Im(x, t) \in C[0, \ell] \cap C^2]0, \ell[$$

по переменным x и t .
Исключая $\phi(y)$ из (8) и (12), будем иметь

$$\tau(x) = \rho_0 \int_0^x \frac{v(t) dt}{(x - t)^{2\bar{\beta}}} + \rho_1 \int_0^1 \Im(x, t) \tau[(1 - 2\bar{\beta})t] dt + g(x) + \rho_1 q_1(x). \quad (13)$$

Решая задачу: $\tau''(x) - v(x) = 0$, $\tau'(0) = \tau(\ell_1) = 0$, получим соотношение между $\tau(x)$ и $v(x)$ на линии $y = 0$ из параболической части Ω_1 в виде

$$\tau(x) = \int_0^{\ell_1} G_0(x, t) v(t) dt, \quad (14)$$

где $G_0(x, t)$ – функция Грина. Подставим значение $\tau(x)$ из (14) в (13)

$$\int_0^x \frac{v(t) dt}{(x - t)^{2\bar{\beta}}} = \frac{1}{\rho_0} \int_0^{\ell_1} G_0(x, t) v(t) dt - \frac{\rho_1}{\rho_0} \int_0^1 \Im(x, t_1) dt_1 \int_0^{\ell_1} G_0((1 - 2\bar{\beta})t_1, t) dt - P(x), \quad (15)$$

где
$$P(x) = \left(\frac{\rho_1}{\rho_0} \right) q_1(x) + g(x).$$

Обозначая правую часть уравнения (15) через $\rho(x)$ и обращая полученное уравнение Абеля, будем иметь

$$v(x) = \frac{\sin 2\beta\pi}{\pi} \frac{d}{dx} \int_0^x \frac{\rho(t)dt}{(x-t)^{1-2\beta}}. \quad (16)$$

Возвращаясь от $\rho(x)$ к $v(x)$ и $P(x)$, в результате элементарных преобразований, получим интегральное уравнение Фредгольма второго рода относительно $v(x)$:

$$v(x) = \int_0^{\ell_1} Q(x,t)v(t)dt + \tilde{P}(x), \quad (17)$$

где $Q(x, t)$ и $\tilde{P}(x)$ выражаются через заданные функции.

Таким образом, в силу единственности решения задачи Ф убеждаемся в однозначной разрешимости уравнения (17).

Определив из (17) $v(x)$, а затем по формуле (15) и $\tau(x)$, находим решение задачи Ф в области Ω_1 , которое будет иметь вид (9), а в области Ω_2 – вид (7). В области Ω_3 решение задачи Ф можно продолжить как решение задачи Дарбу.

Заключение

В работе установлены единственность решения нелокальной краевой задачи для смешанного уравнения второго порядка в замкнутой области. Для доказательства единственности решения применен метод «abc». Доказательство существования частного решения поставленной задачи проведено на основе методов функции Грина и интегральных уравнений.

Список литературы

1. Елеев В.А., Лайпанова А.М. О существовании и единственности решения задачи Ф.И. Франкля для смешанного уравнения гипербола-параболического типа // Известия КБНЦ РАН. – 2000. – № 2 (5). – С. 50–56.
2. Елеев В.А., Лесев В.Н. О двух краевых задачах для смешанных уравнений с перпендикулярными линиями из-

менения типа // Владикавказский математический журнал. – 2001. – Т. 3. – № 4. – С. 9–22.

3. Лайпанова А.М., Лесев В.Н. Об однозначной разрешимости краевой задачи для модельного уравнения второго порядка // Сборник научных трудов Северо-Кавказского государственного технического университета. Серия: Естественные науки. – 2007. – С. 31.

4. Лесев В.Н., Желдашева А.О. Неклассическая краевая задача для смешанного модельного уравнения второго порядка с нелокальными условиями сопряжения // Сборник научных трудов Sworld. – 2012. – Т. 2. – № 3. – С. 99–104.

5. Лесев В.Н., Желдашева А.О. Неклассическая краевая задача для смешанного уравнения второго порядка с интегральными условиями сопряжения // Известия Смоленского государственного университета. – 2013. – № 3 (23). – С. 379–386.

6. Псху А.В. Задачи Франкля для уравнений смешанного типа: автореф. канд. дис. ... – Нальчик: НИИ ПМА КБНЦ РАН, 1999.

7. Смирнов М.М. Уравнения смешанного типа. – М.: Высшая школа, 1985. – 304 с.

References

1. Eleev V.A., Laypanova A.M. On the existence and uniqueness of solutions of F.I. Frankl equation for mixed hyperbolic-parabolic type // News KBSC RAS. 2000. no. 2 (5). pp. 50–56.
2. Eleev V.A., Lesev V.N. Two boundary value problems for mixed equations with perpendicular lines change the type // Vladikavkaz Mathematical Journal. 2001. T. 3. no. 4. pp. 9–22.
3. Laypanova A.M., Lesev V.N. On the unique solvability of the boundary value problem for second-order model equation // Proceedings of the North Caucasus State Technical University. Series: Natural Sciences. 2007. pp. 31.
4. Lesev V.N., Zheldasheva A.O. Nonclassical boundary value problem for a mixed model equation with nonlocal conditions conjugation // Proceedings Sworld. 2012. T. 2. no. 3. pp. 99–104.
5. Lesev V.N., Zheldasheva A.O. Nonclassical boundary value problem for a mixed second-order equation with integral conditions conjugation // Proceedings of the Smolensk State University. 2013. no. 3 (23). pp. 379–386.
6. Pskhu A.V. Frankl problem for equations of mixed type. Ph. D. diss. Nalchik, SRI PMA KBNSC RAN, 1999.
7. Smirnov M.M. Mixed-type equation. – Moscow: Higher School, 1985. 304.

Рецензенты:

Журтов А.Х., д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой ГиВА, КБГУ им. Х.М. Бербекова, г. Нальчик;

Хаширова Т.Ю., д.т.н., профессор кафедры ИМОАС, КБГУ им. Х.М. Бербекова, г. Нальчик.

Работа поступила в редакцию 28.07.2014.

УДК 539.264:661.683

АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ КСЕРОГЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ЖИДКОГО СТЕКЛА В РАМКАХ МОДЕЛИ ХАОТИЧЕСКИ РАЗОРИЕНТИРОВАННЫХ КРИСТАЛЛИТОВ

Скорикова Н.С., Фофанов А.Д.

ФГБОУ ВПО «Петрозаводский государственный университет»,
Петрозаводск, e-mail: nielev@petsu.ru

Анализируется расположение атомов в области ближнего упорядочения исходного и модифицированного кобальтом ксерогелей на основе жидкого стекла. Предложенная для обоих образцов модель представляет собой совокупность хаотически разориентированных блоков со структурой различных фаз. Для исходного образца блок состоит из механической смеси ультрамалых (размером одну или несколько элементарных ячеек) оптически не связанных кристаллитов в соотношении: 80% $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_7$, 10% SiO_2 (3% кристобалит и 7% тридимит), 8% $\alpha\text{-Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ и 2% $\beta\text{-Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$. Структура модифицированного образца описывается совокупностью фаз: 61% механическая смесь состава $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_7$ (11% SiO_2 кристобалит, 24% SiO_2 тридимит, 28% $\alpha\text{-Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$, 7% $\beta\text{-Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ и 30% $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_7$); 31% – слой из элементарных ячеек CoO (типа вюрцита, размером $5 \times 1 \times 5$) и 8% CoO (типа NaCl , размером $2 \times 2 \times 2$).

Ключевые слова: жидкое стекло, ксерогель, рентгенографический анализ, ближний порядок, компьютерное моделирование

THE STRUCTURE OF XEROGEL BASED ON WATER GLASS IN THE MODEL OF DISORIENTED BLOCKS

Skorikova N.S., Fofanov A.D.

Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, e-mail: nielev@petsu.ru

The atom arrangement in short-range order for the initial and modified by cobalt xerogels based on water glass is analyzed. The model is a mixture of randomly disoriented small blocks having different composition and structure. For the initial sample arrangement of atoms in the short-range order is a mechanical mixture of ultra-small (a few unit cells) optically disconnected blocks in proportion: 80% $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_7$, 10% SiO_2 (3% cristobalite and 7% tridymite), 8% $\alpha\text{-Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ and 2% $\beta\text{-Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$. The structure of modified sample describes by a set of phases: 61% mechanical mixture of $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_7$ (11% SiO_2 cristobalite, 24% SiO_2 tridymite, 28% $\alpha\text{-Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$, 7% $\beta\text{-Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ and 30% $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_7$); 31% – a layer of CoO unit cells (wurtzite type, $5 \times 1 \times 5$ size) and 8% CoO (NaCl type, $2 \times 2 \times 2$ size).

Keywords: water glass, xerogel, X-ray analysis, short-range order, computer simulation

Несмотря на то, что изучению структуры материалов в стеклообразном состоянии посвящено огромное количество работ, до сих пор не существует универсальной модели, которая бы полностью описывала данные системы [10, 15]. Один из подходов к решению задачи по созданию такой модели лежит в области компьютерного моделирования атомной структуры областей ближнего упорядочения. Он заключается в построении моделей структуры материалов в стеклообразном состоянии и расчете соответствующих теоретических дифракционных картин для их сравнения с экспериментом. В предыдущей работе [6] было проведено рентгенографическое исследование методом Уоррена – Финбака образцов ксерогелей, полученных из водного раствора щелочного силиката при модифицировании кобальтом, никелем и титаном.

В методе Уоррена – Финбака [1, 14] характеристики ближнего порядка определяются исходя из предположения, что система является гомогенной (с однородным на на-

ноуровне распределением в пространстве и химического состава, и структурной организации материала). Проводится сравнение характеристик ближнего порядка с величинами, определяемыми для кристалла, у которого однородность постулируется: пространство заполняется путем трансляции одной и той же элементарной ячейки. В работе [6] было обнаружено несоответствие характеристик ближнего порядка в исследуемых образцах с таковыми в кристаллических фазах того же химического состава. Возможная причина этого – возникновение концентрационных неоднородностей по катионам (Na , Co и др.) на субнанометровом уровне.

В данной работе предпринята попытка описания этих неоднородностей (как по составу, так и по структурной организации областей ближнего упорядочения) в рамках модели механической смеси ультрамалых кристаллитов различной природы. Рассмотрение ведется на примере образцов исходного и модифицированного кобальтом ксерогеля на основе жидкого стекла (ЖС).

Построение моделей областей ближнего упорядочения исходного образца ксерогеля

В ряде случаев получить информацию об атомном строении рентгеноаморфных объектов можно путем расчета кривых распределения интенсивности рассеяния рентгеновских лучей скоплением атомных кластеров различных размеров и формы и сопоставления рассчитанных для моделей кривых с дифракционными картинками, полученными из рентгенографического эксперимента [4]. Используя данный подход и опираясь на предыдущую работу [6], в которой было установлено, что в исходном состоянии характер ближнего упорядочения ЖС подобен порядку в кристаллической фазе $\text{Na}_2\text{Si}_3\text{O}_7$ [11], была подобрана модель, соответствующая структурной организации образца исходного ксерогеля. Модель представляет собой совокупность хаотически разориентированных кристаллитов, имеющих размер одной

элементарной ячейки $\text{Na}_2\text{Si}_3\text{O}_7$ (кластеры из 48 атомов: 8 Na, 12 Si, 28 O; размер кластеров приблизительно $6 \times 10 \times 10 \text{ \AA}^3$). На рис. 1 приведены кривые распределения интенсивности рассеяния $I(S)$ экспериментальным образцом (а) и сформированным модельным объектом (б). Методика расчета распределения интенсивности рассеяния рентгеновских лучей совокупностью разориентированных кластеров атомов описана в работе [4]. Оценка качества модели производилась с помощью профильного фактора недостоверности, который рассчитывался по формуле:

$$R_p = \frac{\sum_j |I_j^{\text{эксп}} - I_j^{\text{теор}}|}{\sum_j I_j^{\text{эксп}}} \cdot 100\%. \quad (1)$$

Для данного варианта модели структуры профильный фактор недостоверности составил 7,8 %.

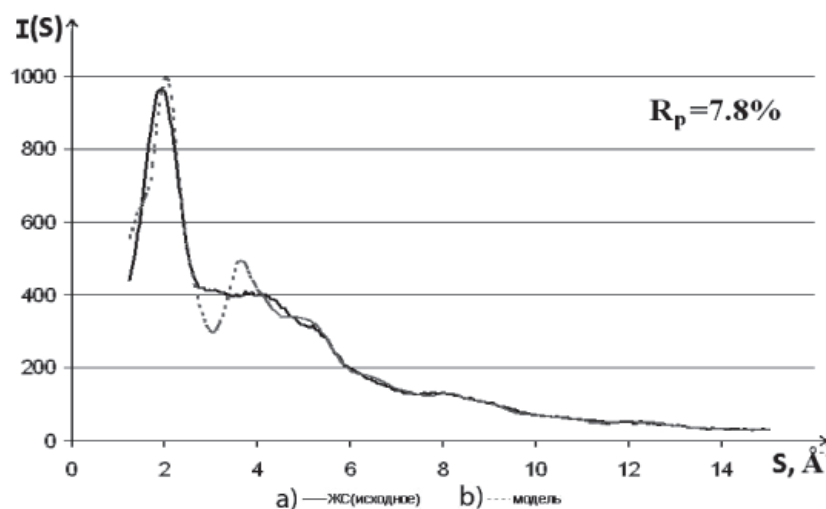


Рис. 1. Кривые распределения интенсивности рассеяния (в электронных единицах) для исходного образца ксерогеля (а) и кластера, имеющего размер одной элементарной ячейки $\text{Na}_2\text{Si}_3\text{O}_7$ (координаты атомов взяты из работы [11]) (б)

Анализ кривых, представленных на рис. 1, показывает, что в областях значений модуля дифракционного вектора S от 1,2 до $2,6 \text{ \AA}^{-1}$ и от 5 до $15 \text{ \AA}^{-1}$ расхождение между теоретической и экспериментальной рентгенограммой минимально, однако в области значений S от $2,2$ до $4 \text{ \AA}^{-1}$ теоретическая кривая рассеяния осциллирует около экспериментальной. Было сделано предположение о химической микронеоднородности исследуемых образцов [2] и сформированы ультрамалые (размеры составляли одну или несколько элементарных ячеек)

кристаллиты со структурой различных фаз, из которых предположительно может состоять в среднем область ближнего упорядочения образца. Для исходного ЖС это были $\text{Na}_2\text{Si}_3\text{O}_7$, SiO_2 (кristобалит и тридимит), $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ (α - и β -модификации). Координаты атомов для построения кластеров были взяты из базы данных ICSD [9]. Структура формировалась в рамках модели «механической смеси», а итоговая картина рассеяния — путем суммирования отдельных составляющих, и в процентном отношении приведенная на формульную единицу.

Наилучшего результата удалось достичь при содержании в облучаемом объеме образца 80 % $\text{Na}_2\text{Si}_3\text{O}_7$, 10 % SiO_2 (3 % кристобалит и 7 % тридимит), 8 % – $\alpha\text{-Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ и 2 % – $\beta\text{-Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$. Все указанные кристаллиты имеют размеры одной элементарной ячейки за исключением кристаллита SiO_2 (кристобалит), размер которого составляет $2 \times 2 \times 2$. Результат в виде кривых $I(S)$ экспериментального образца (а) и от

сформированного модельного объекта (b) приведен на рис. 2. Рассчитанный для данного варианта модели структуры фактор недовостовности составил 5,9%. Осцилляции в указанной выше области на кривой, рассчитанной для модели, сохранились, хотя и уменьшились. Следовательно, введение в модель неоднородностей в виде наличия в матрице ЖС кристаллитов SiO_2 и $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ недостаточно.

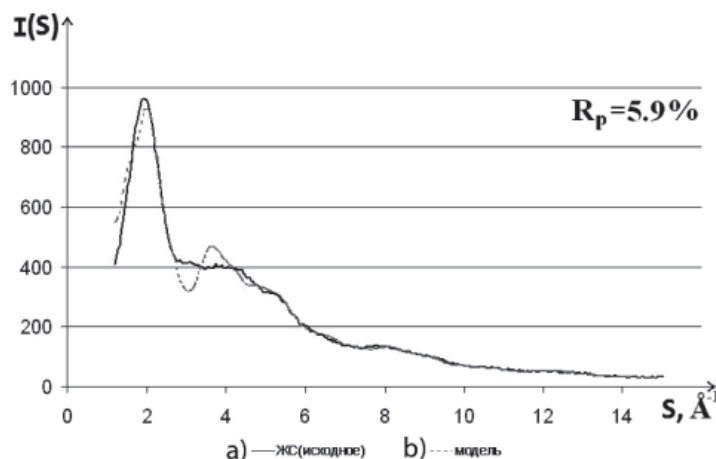


Рис. 2. Кривые распределения интенсивности рассеяния (в электронных единицах) для исходного образца ксерогеля (а) и модельного объекта, представляющего собой совокупность хаотически разориентированных кластеров состава $\text{Na}_2\text{Si}_3\text{O}_7$, SiO_2 и $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ (b)

Из зависимостей интенсивности рассеяния $I(S)$ от длины дифракционного вектора $S = (4\pi \sin \theta) / \lambda$, полученных в широком угловом интервале, рассчитывались функции $H(s)$ [1]:

$$H(S) = S \cdot I(S) \exp(-\alpha^2 S^2) g^{-2}(S), \quad (2)$$

где $i(s)$ интерференционная функция рассеяния, $\exp(-\alpha^2 S^2)$ – множитель затухания. $g(S)$ – коэффициент обострения, обуславливающий повышение контрастности интерференционной картины при больших значениях S . Физически введение фактора $g^{-2}(S)$ означает замену функций атомного рассеяния $f(S)$ на число рассеивающих электронов в атоме (т.е. замену «размазанного» электронного облака на точечный заряд, равный Z_e и помещенный в центр масс облака). Это стандартный прием, используемый в Паттерновском анализе монокристаллов [5].

На кривых распределения S -взвешенной интерференционной функции $H(S)$ более ярко выражены различия в дифракционной картине, чем на кривых распределения $I(S)$. На рис. 3 приведены кривые $H(S)$ для ис-

ходного образца ксерогеля (а) и модельного объекта, представляющего собой совокупность хаотически разориентированных кластеров состава $\text{Na}_2\text{Si}_3\text{O}_7$, SiO_2 и $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ (b). На рассчитанной для модели кривой $H(S)$ наблюдается расхождение кривых в области $2,7\text{--}5 \text{ \AA}^{-1}$ и присутствует небольшой максимум в районе $S \sim 6,6 \text{ \AA}^{-1}$, в остальном ход рассчитанной для модели кривой качественно повторяет экспериментальную. Использование профильного фактора недовостовности для оценки качества модели в данном случае затруднительно из-за достаточно высокого уровня статического шума на кривой $H(S)$. $R_p = 15\%$ – это минимально возможный R -фактор в данном случае. В связи с этим для анализа степени совпадения теоретической и экспериментальной кривых $H(S)$ целесообразнее использовать коэффициент детерминации (R^2), который применяется при оценке качества регрессионных моделей. Чем R^2 ближе к 1, тем удачнее регрессионная модель. Вычисление R^2 производилось по формуле [7]:

$$R^2 = \left[\frac{\overline{XY} - \bar{X} \cdot \bar{Y}}{\sigma_X \cdot \sigma_Y} \right]^2 = \left[\frac{\overline{XY} - \bar{X} \cdot \bar{Y}}{\sqrt{D_X} \cdot \sqrt{D_Y}} \right]^2 = \left[\frac{n \cdot \sum x_i y_i - \sum x_i \cdot \sum y_i}{\sqrt{(n \cdot \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2) \cdot (n \cdot \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2)}} \right]^2, \quad (3)$$

где R – коэффициент корреляции;
 $\bar{X} = \sum x_i / n$ – среднее значение $H_{\text{экс}}(S)$;
 $\bar{Y} = \sum y_i / n$ – среднее значение $H_{\text{теор}}(S)$;
 $\overline{XY}$ – среднее значение произведения $H_{\text{экс}}(S) \cdot H_{\text{теор}}(S)$; $D_x = \sum x_i^2 / n - \bar{X}^2$ – дис-

персия X ; $D_y = \sum y_i^2 / n - \bar{Y}^2$ – дисперсия Y ;
 $\sigma_X = \sqrt{D_X}$ – среднеквадратичное отклоне-
 ние X ; $\sigma_Y = \sqrt{D_Y}$ – среднеквадратичное от-
 клонение Y .

Для данной модели значение R^2 составило 0,82, что свидетельствует о достаточно хорошей степени совпадения.

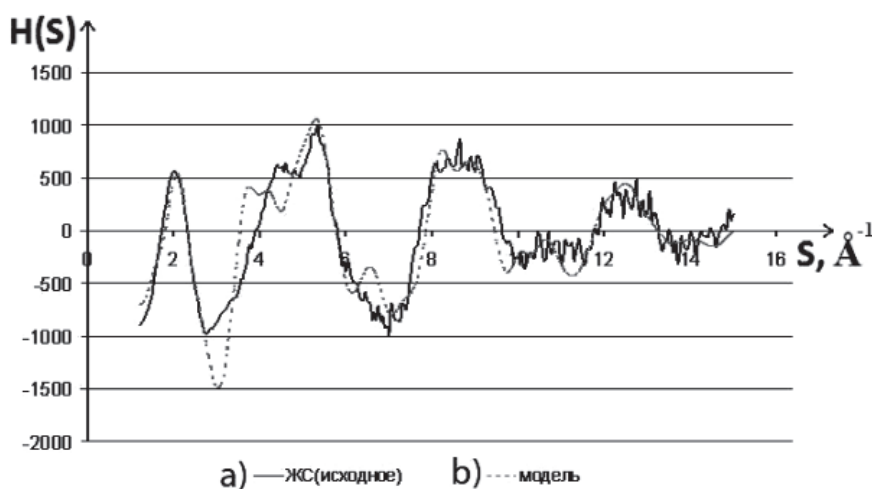


Рис. 3. S -взвешенные интерференционные функции рассеяния для исходного образца ксерогеля (а) и модельного объекта, представляющего собой совокупность хаотически разориентированных кластеров состава $\text{Na}_2\text{Si}_3\text{O}_7$, SiO_2 и $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ (b)

Далее численным интегрированием функции $H(S)$ рассчитывали кри-

вую распределения парных функций $D(r)$ [1]:

$$D(r) = 2\pi^2 r \rho_e \sum_j Z_j + \int_0^{S_{\max}} H(S) \sin(Sr) dS, \quad (4)$$

где ρ_e – средняя электронная плотность, Z_j – атомный номер j -го элемента, входящего в состав исследуемого материала.

Количественное сопоставление кривых распределения парных функций $D(r)$, рассчитанных из $H(S)$ для модели, с кривой, полученной из экспериментальных значений $H(S)$, затруднено. Причиной служит зависимость $D(r)$, рассчитанной для модели, от размеров и формы кластера, поэтому более корректно проводить это сопоставление на уровне радиального распределения плотности вероятности $W(r) = D(r)/D_0(r)$, где $D_0(r) = 2\pi^2 r \rho_e \sum_j Z_j$ в случае бесконечной среды. А в случае кластера конечных размеров $D_0(r)$ – плавная кривая, рассчитанная из значений интерференционной функции $H(S)$ в интервале S от 0,01 до $S_{\min}$, т.е. в области малоуглового рассеяния рентгеновских лучей [8].

На рис. 4 показаны функции радиального распределения плотности вероятности $W(r)$, рассчитанные для исходного образца ксерогеля (а) и модельного объекта, представляющего собой совокупность хаотически разориентированных кристаллитов состава $\text{Na}_2\text{Si}_3\text{O}_7$, SiO_2 и $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ (b). Из сравнения кривых видно, что до $r = 3,5 \text{ \AA}$ кривые $W(r)$ хорошо коррелируют друг с другом. Это свидетельствует о том, что в экспериментальном образце сохраняются структурные мотивы соответствующих кристаллических фаз на расстояниях, равных первым координационным сферам Si–O, Na–O, O–O, Si–Si и Na–Na. Однако при $r \sim 2,3 \text{ \AA}$ и в области r от 3,5 до 5 $\text{\AA}$ наблюдается расхождение в величине максимумов на кривых $W(r)$. Это означает, что степень упорядочения в расположении атомов модели чуть выше, чем в образце ксерогеля.

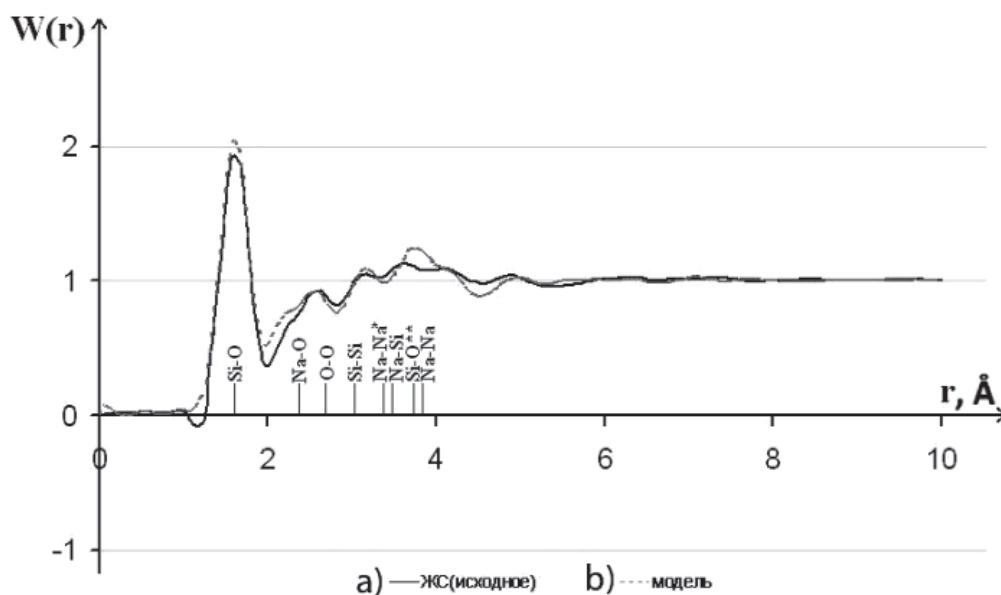


Рис. 4. Функции радиального распределения плотности вероятности $W(r)$ для исходного образца ксерогеля (а) и модельного объекта, представляющего собой совокупность хаотически разориентированных кластеров состава $\text{Na}_2\text{Si}_3\text{O}_7$, SiO_2 и $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ (б). Штрихами обозначены рассчитанные в [6] радиусы координационных сфер (Na-Na^* – объединённая сфера Na-O , Na-Na и O-O ; Si-O^{**} – объединённая сфера Si-O и Na-O)

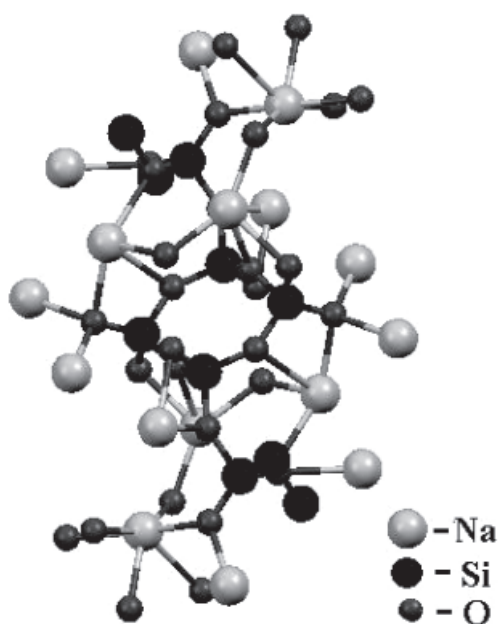


Рис. 5. Элементарная ячейка $\text{Na}_2\text{Si}_3\text{O}_7$ [11]

Анализ кристаллической структуры $\text{Na}_2\text{Si}_3\text{O}_7$ (рис. 5) показал, что она содержит (в пределах элементарной ячейки) четыре тетраэдра SiO_4 , соединённые в кольцо вершинами через общий атом кислорода. К третьему атому кислорода каждого тетраэдра присоединен тетраэдр SiO_4 (из другого кольца). К четвертому атому кислорода

присоединен ион Na , соседями которого являются 5 ионов кислорода, принадлежащие другим тетраэдрам. Анализ межатомных расстояний в кристаллической структуре $\text{Na}_2\text{Si}_3\text{O}_7$ показал, что вклад в максимум при $r = 3,8 \text{ \AA}$ на модельной кривой $W(r)$ (рис. 4) вносят пары атомов Na-Na , Na-Si и Si-O . В образце ксерогеля (в отличие от монокристалла $\text{Na}_2\text{Si}_3\text{O}_7$) возможны концентрационные неоднородности в распределении натрия. Нарушения равномерности в расположении натрия приводят к увеличению разброса в межатомных расстояниях пар Na-Na , Na-Si и, как следствие, к возрастанию беспорядка в разворотах тетраэдров SiO_4 . В результате максимум на $W(r)$, соответствующий паре Si-O , сильно размывается. Таким образом, максимум при $r = 3,8 \text{ \AA}$ и минимум при $r = 4,5 \text{ \AA}$ на кривой $W(r)$ модели являются следствием неучёта случайного разворота структурных элементов (в основном тетраэдров SiO_4) друг относительно друга.

Построение моделей областей когерентного рассеяния ксерогеля на основе ЖС, модифицированного кобальтом

Следуя методике, описанной выше, для образца ксерогеля на основе ЖС, модифицированного кобальтом, были сформированы кластеры ультрамалых кристаллитов различных фаз, из которых предположи-

тельно может состоять образец. На основании сравнения картин рассеяния, рассчитанных для моделей с экспериментальной кривой, было установлено, что модель «механической смеси» состоит из кристаллитов состава $\text{Na}_2\text{Si}_3\text{O}_7$, SiO_2 (кristобалит и тридимит) и $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ (α - и β -модификации) и оксида кобальта CoO двух полиморфных модификаций (типа NaCl [12] и типа вюрцита [13]). Далее варьировалось процентное соотношение количества кристаллитов в облучаемом объеме, и для каждого варианта рассчитывалась картина рассеяния моделью. В результате формульная единица модели была записана как $\text{Na}_2\text{Si}_3\text{O}_{7,78}\text{Co}_{0,78}$, а экспериментальная кривая нормирована на тот же состав.

Состав кластера модели:

- 61% механическая смесь состава $\text{Na}_2\text{Si}_3\text{O}_7$ (11% – SiO_2 кристобалит, 24% SiO_2 тридимит, 28% – α - $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$, 7% – β - $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ и 30% $\text{Na}_2\text{Si}_3\text{O}_7$);

- 31% – слой из элементарных ячеек CoO (типа вюрцита) размером $5 \times 1 \times 5$;

- 8% – CoO (типа NaCl) $2 \times 2 \times 2$.

На рис. 6 приведены кривые $I(S)$ экспериментального образца (а) и сформированного модельного объекта (b). Для данного варианта модели структуры профильный фактор достоверности составил 5,7%. Сравнительный анализ кривых $I(S)$ показывает, что максимум при значении модуля дифракционного вектора $S \sim 1,7 \text{ \AA}^{-1}$ в модели более узкий и смещен в сторону меньших значений S по отношению к положению максимума, наблюдаемому в эксперименте.

Небольшие расхождения экспериментальной кривой $I(S)$ и кривой $I(S)$, рассчитанной для модели, наблюдаются в диапазоне S от 3 до $7 \text{ \AA}^{-1}$. На рис. 7 приведены кривые $H(S)$ для образца ксерогеля, модифицированного кобальтом (а) и модельного объекта, представляющего собой совокупность хаотически разориентированных кристаллитов $\text{Na}_2\text{Si}_3\text{O}_7$, SiO_2 , $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ и CoO (b).

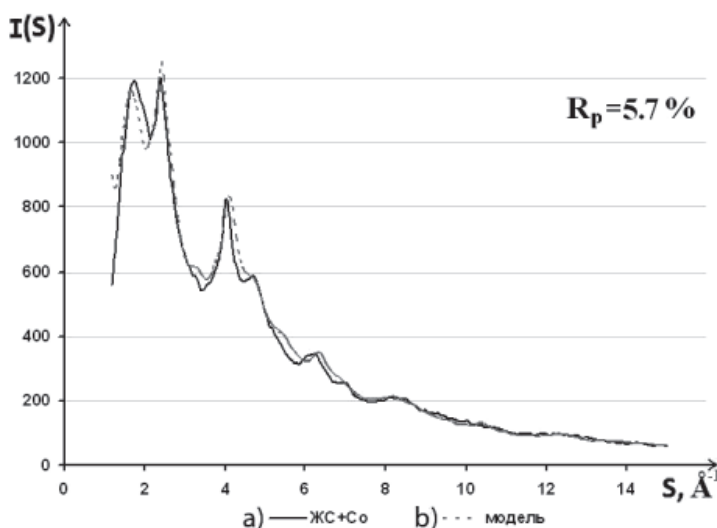


Рис. 6. Кривые распределения интенсивности рассеяния (в электронных единицах) для образца ксерогеля, модифицированного кобальтом (а), и модельного объекта (b)

Из анализа рис. 7 видно, что наибольшие расхождения теоретической и экспериментальной кривых $H(S)$ наблюдаются в области S от 5 до $8 \text{ \AA}^{-1}$. На модельной кривой присутствует дополнительный пик при $S \sim 5,5 \text{ \AA}^{-1}$, максимум при $S \sim 6,3 \text{ \AA}^{-1}$ смещен в сторону больших значений S , а при $S \sim 7,0 \text{ \AA}^{-1}$ – в сторону меньших. Дополнительный пик обусловлен рассеянием рентгеновских лучей от кристаллитов $\text{Na}_2\text{Si}_3\text{O}_7$, SiO_2 и $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$, его отсутствие на экспериментальной кривой может быть объяснено несколькими возможными причинами. Первое, это более высо-

кий порядок в расположении атомов в указанных модельных кластерах, чем в образце. Второй причиной может быть погасание максимума в результате наложения картин рассеяния от двух различных фаз. Третьей – неучет возможной неравноосности модельных кристаллитов. Для устранения данной неоднозначности необходимы дополнительные исследования. Степень совпадения экспериментальной и модельной кривых $H(S)$ оценивали с помощью коэффициента детерминации (R^2). Для данной модели значение R^2 составило 0,71.

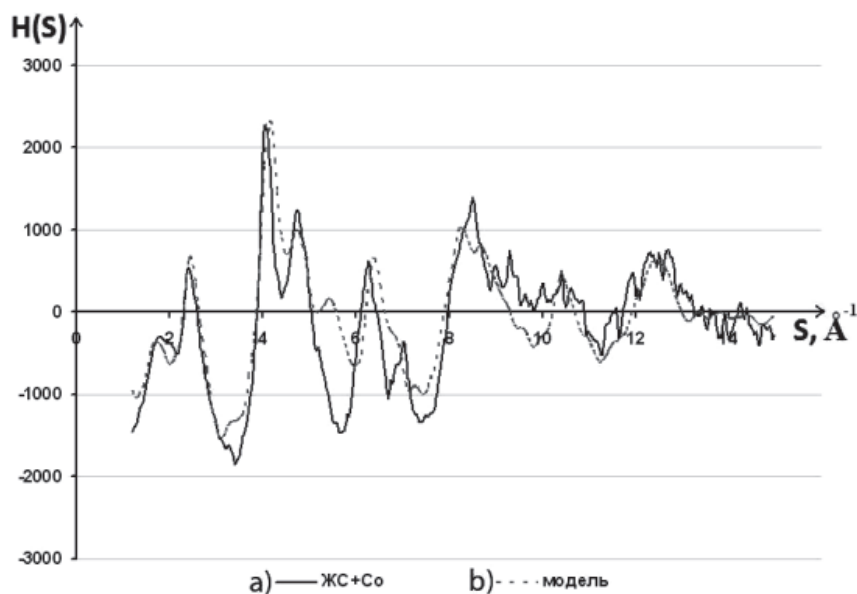


Рис. 7. S -взвешенные интерференционные функции рассеяния для образца ксерогеля, модифицированного кобальтом (а), и модельного объекта (б)

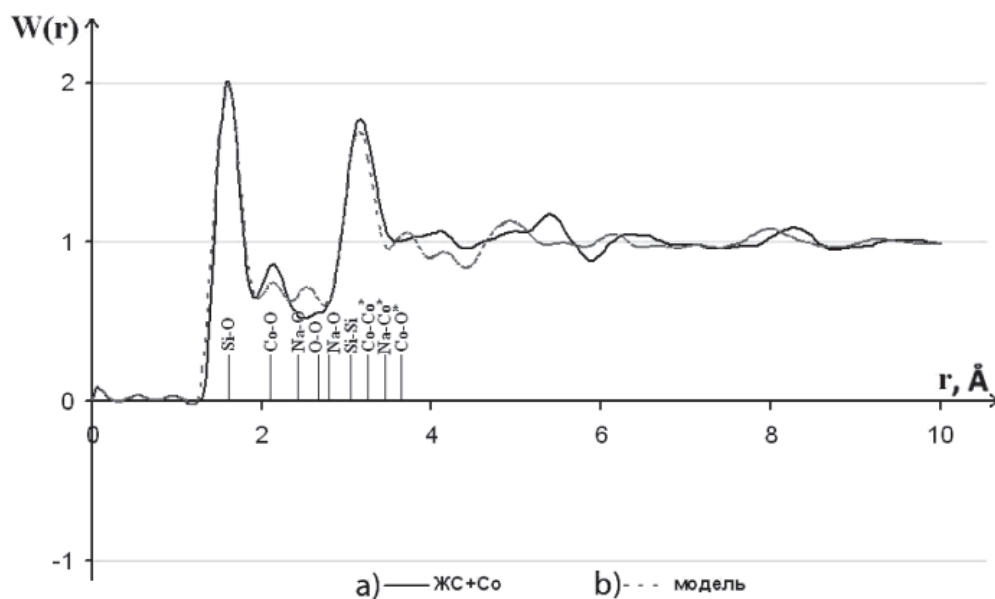


Рис. 8. Функции радиального распределения плотности вероятности $W(r)$ для образца ксерогеля, модифицированного кобальтом (а), и модельного объекта (б). Штрихами рассчитанные из эксперимента в [6] радиусы координационных сфер (* отмечены объединенные сферы)

Анализ функций $W(r)$ (рис. 8) показывает, что модель, представляющая собой совокупность хаотически разориентированных кристаллитов состава $\text{Na}_2\text{Si}_3\text{O}_7$, SiO_2 , $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ и CoO , хорошо описывает расположение атомов в пределах первых координационных сфер (до $r \approx 3,6$ Å). Небольшие расхождения в величине максимумов на $W(r)$, соответствующих первым координационным сферам Co-O , Na-O и O-O , обусловлены нарушением равномерности

в распределении Na в образце по сравнению с моделью. Осцилляции на кривых $W(r)$ затухают при одинаковых значениях $r \sim 9$ Å, следовательно, дальность корреляции в расположении атомов в экспериментальном образце и модельном объекте одна и та же. При этом необходимо обратить внимание на «систематическое» смещение максимумов экспериментальной $W(r)$ при $r > 5$ Å в сторону больших значений межатомных расстояний по сравнению с моделью.

Заключение

Модель хаотически ориентированных ультрамалых кристаллитов описывает структуру исследуемых ксерогелей на основе жидкого стекла в пределах первых координационных сфер. Показано, что неоднородности, как по составу, так и по структуре можно обсуждать на основе модели механической смеси кристаллитов различного состава и формы. Полученные в работе данные о фазовом составе смеси кристаллитов качественно согласуются с исследованиями образцов проведенными с помощью ИК-спектроскопии и просвечивающей электронной микроскопии [3].

Авторы выражают глубокую признательность Е.Ф. Кудиной (доктор технических наук, доцент, Институт механики металлополимерных систем НАН Беларуси) за предоставленные образцы и Л.А. Алешиной (кандидат физико-математических наук, доцент, Петрозаводский государственный университет) за ценные замечания и предложения.

Исследования проведены в рамках реализации программы стратегического развития на 2012–2016 годы «Университетский комплекс ПетрГУ в научно-образовательном пространстве Европейского Севера: стратегия инновационного развития».

Список литературы

1. Алешина Л.А. Рентгеноструктурный анализ аморфных материалов / Л.А. Алешина, А.Д. Фофанов. – Петрозаводск: Изд-во ПГУ, 1987. – 85 с.
2. Анфилов В.Н. Силикатные расплавы / В.Н. Анфилов, В.Н. Быков, А.А. Осипов. – М.: Наука, 2005. – 357 с.
3. Кудина Е.Ф. Наноструктурированные металло-органосиликатные композиты: структура и свойства // Наносистемы, наноматериалы, нанотехнологии. – 2011. – Т. 9. – № 2. – С. 473–488
4. Лобов Д.В. Рентгенографическое исследование структурного состояния образцов диоксида после длительного помола / Д.В. Лобов, А.Д. Фофанов, Р.Н. Осауленко, А.М. Калинин // Электронный журнал «Исследовано в России». – 2005. – № 8. – С. 889–907.
5. Мильбурн Г. Рентгеновская кристаллография. – М.: Мир, 1975. – 256 с.
6. Скорикова Н.С. Структурное состояние ксерогелей на основе жидкого стекла, модифицированных никелем, кобальтом и титаном / Н.С. Скорикова, А.Д. Фофанов, Р.Н. Осауленко, Л.А. Алешина, Е.Ф. Кудина // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Сер. «Естественные и технические науки». – 2013. – № 6 (135). – С. 94–101
7. Ферстер Э., Ренц Б. Методы корреляционного и регрессионного анализа. – М.: Финансы и статистика, 1983. – 304 с.
8. Фофанов А.Д. Структура и ближний порядок в кислород- и углерод-содержащих системах с особыми свойствами: автореф. дис. ... д-ра физ.-мат. наук. – М.: МГУ, 1998. – 32 с.
9. Allmann R. The introduction of structure types into the Inorganic Crystal Structure Database ICSD/ R. Allmann, R. Hinek // Acta Crystallographica. – 2007. – A63. – P. 412–417
10. Jiang Zh.-H. The structure of glass: A phase equilibrium diagram approach / Zh.-H. Jiang, O.-Y. Zhang // Progress in Materials Science. – 2014. – Vol. 61. – P. 144–215.

11. Kahlenberg V. Ab initio crystal structure determination of $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_7$ from conventional powder diffraction data / V. Kahlenberg, B. Marler, J.C. Muñoz Acevedo, J. Patarin // Solid State Sciences. – 2002. – Vol. 4. – P. 12.

12. Ok H.N., Mullen J.G. Evidence for two forms of cobaltous oxide / H.N. Ok, J.G. Mullen // Physical Review. – 1968. – Vol. 181. – I. 2. – P. 986–986.

13. Redman M.J., Steward E.G.: Cobaltous oxide with Zinc Blende/ Wurtzite-type crystal structure // Nature. – 1962. – Vol. 193. – P. 867.

14. Warren B.E. X-ray diffraction. – New-York: Mass, 1969. – 563 p.

15. Neutron scattering from vitreous silica. V. The structure of vitreous silica: What have we learned from 60 years of diffraction studies? / A.C. Wright // Journal of Non-Crystalline Solids. – 1994. – Vol. 179. – P. 84–115.

References

1. Aleshina L.A., Fofanov A.D. *Rentgenostrukturnyj analiz amorfnykh materialov* [X-ray analysis of amorphous materials]. Petrozavodsk: Izd-vo PSU. 1987. 85 p.
2. Anfilogov V.N., Bykov V.N., Osipov A.A. *Silikatnye rasplavy* [Silicate melts]. M.: Nauka. 2005. 357 p.
3. Kudina E.F., *Nanosistemy, nanomaterialy, nanotekhnologii*, 2011, Vol. 9. no. 2, pp. 473–488
4. Lobov D.V., Fofanov A.D., Osaulenko R.N., Kalinkin A.M., *Issledovano v Rossii*, 2005, no. 8, available at: <http://zhurnal.apelarn.ru/articles/2005/085.pdf>.
5. Mil'burn G. *Rentgenovskaja kristallografiya* [X-ray crystallography]. M.: Mir, 1975. 256 p.
6. Skorikova N.S., Fofanov A.D., Osaulenko R.N., Aleshina L.A., Kudina E.F., *Uchenye zapiski Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. «Estestvennye i tekhnicheskie nauki»*, 2013, no. 6 (135), pp. 94–101.
7. Fjorster Je., Rjonec B. *Metody korrelyatsionnogo i regressionnogo analiza* [Methods of correlation and regression analysis], M.: Finansy i statistika, 1983. 304 p.
8. Fofanov A.D. *Struktura i blizhnij porjadok v kislorod- i uglerod- soderzhashchih sistemah s osobymi svoystvami. Avtoreferat dissertatsii d.f.-m.n.* [The structure and short-range order in the oxygen-and carbon-containing systems with special properties. Dr. phys. and math. sci. syn. diss.]. Moscow, MSU. 1998. 32 p.
9. Allmann R., Hinek R., *Acta Crystallographica*. 2007. A63. pp. 412–417.
10. Jiang Zh.-H., Zhang O.-Y., *Progress in Materials Science*. 2014. Vol. 61. pp. 144–215.
11. Kahlenberg V., Marler B., Muñoz Acevedo J.C., Patarin J., *Solid State Sciences*. 2002. Vol. 4. pp. 12.
12. Ok H. N. , Mullen J. G., *Physical Review*. 1968. Vol. 181. I. 2. pp. 986–986.
13. Redman M.J., Steward E.G., *Nature*. 1962. Vol. 193. pp. 867.
14. Warren B.E. X-ray diffraction, New-York: Mass, 1969. 563 p.
15. Wright A.C. *Journal of Non-Crystalline Solids*. 994. Vol. 179. pp. 84–115.

Рецензенты:

Стефанович Г.Б., д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой информационно-измерительных систем и физической электроники, Петрозаводский государственный университет, г. Петрозаводск;

Белашев Б.З., д.т.н., ведущий научный сотрудник лаборатории геофизики, Институт геологии Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск.

Работа поступила в редакцию 28.07.2014.

УДК 631.8(075.8)

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В КУКУРУЗЕ
ЭМИССИОННО-СПЕКТРАЛЬНЫМ МЕТОДОМ****Бокова Л.М., Султыгова З.Х., Инаркиева З.И., Дидигова Л.А., Темирханов Б.А.**
ФГБОУ ВПО «Ингушский государственный университет», Назрань, e-mail: бага@inbox.ru

Тенденция ухудшения экологической обстановки в южных районах России под влиянием антропогенных факторов в последнее время имеет ярко выраженный характер. Содержание токсических веществ неорганического и органического происхождения в различных природных экосистемах превышает их предельно допустимые концентрации. Исключением не являются и почвы, способные биоаккумулировать в себе различные формы тяжелых металлов. Исследовано содержание тяжелых металлов в почвах разных районов на примере Республики Ингушетия. Исследованы зерновые культуры (пшеница и кукуруза) на содержание меди, марганца, алюминия, кобальта и железа. Показано, что в зерновых культурах, произрастающих на почвах разных районов Республики, содержание тяжелых металлов колеблется в значительных пределах в зависимости от особенностей естественно-климатической зоны ее возделывания. Показано, что горно-лесные и горно-луговые почвы дают зерно, очень богатое медью, но содержащее ниже среднего количества марганца и железа и малое количество алюминия, кобальта.

Ключевые слова: почва, тяжелые металлы, зерновые культуры**DETERMINATION OF TRACE ELEMENTS
IN MAIZE EMISSION-SPECTRAL METHODS****Bokova L.M., Sultygova Z.K., Inarkieva Z.I., Didigova L.A., Temirkhanov B.A.**
FGBOU VPO «Ingush State University», Nazran, e-mail: бага@inbox.ru

Trend of environmental degradation in the southern regions of Russia under the influence of anthropogenic factors has recently pronounced. Content of toxic substances of inorganic and organic origin in different natural ecosystems exceeds the maximum allowable concentration. An exception are not able to bioaccumulate and soil in different forms of heavy metals. The content of heavy metals in soils of different areas on the example of the Republic of Ingushetia. Investigated crops (wheat and corn) on copper, manganese, aluminum, cobalt and iron. It is shown that in crops grown on soils of different regions of the Republic, the heavy metal content varies significantly depending on the characteristics of natural-climatic zone of its cultivation. It is shown that the mountain-forest and mountain-meadow soils give grain, very rich in copper, but below average containing manganese and iron and a small amount of aluminum, cobalt.

Keywords: soil, heavy metals, grains

Содержание тяжелых металлов в почвах определяет не только критерий их токсичности, но и критерий токсичности зерновых культур, произрастающих на них. Для выяснения миграционного механизма тяжелых металлов в почвах, являющихся накопительным резервуаром загрязнителей, которые впоследствии поступают из него в зерновые культуры, разработаны методы, позволяющие получить достоверную оценку о реальном загрязнении почв и произрастающих на них зерновых культур [1].

Материалы и методы исследования

Объектами исследования являлись почвы районов Республики Ингушетия и зерновые культуры, произрастающие на них.

Изучение содержания Cu, Mn, Al, Co и Fe в зернах пшеницы и кукурузы, произрастающих в районах Республики Ингушетия, проводили эмиссионно-спектральным методом с использованием спектрографов ДФС-13 и ИПС-28.

Для эмиссионно-спектрального анализа зерновых культур были приготовлены эталоны. Поскольку практически не удается добиться того, чтобы эталоны и пробы были абсолютно идентичны, эталоны были приготовлены таким образом, что они отличались от проб величинами, вызывающими малое измене-

ние интенсивности аналитических линий в эталоне и в пробе по отношению к ошибке измерения [2].

Экспериментальная часть

Предварительная обработка проб зерен кукурузы и пшеницы для последующего определения в них микроэлементов эмиссионно-спектральным методом осуществлялась путем «сухого» озоления. Поскольку в состав золы, полученной после сжигания зерна, микроэлементы входят в виде окислов металлов, то применяемые реактивы выбирали с таким расчетом, чтобы они в основном при прокаливании тоже разлагались до окислов. Этим достигалась близость состава эталонов и исследуемых проб. При определении микроэлементов использовались наиболее интенсивные аналитические линии анализируемых элементов, которые не перекрывались линиями других элементов пробы. Полученные данные сведены в табл. 1.

Состав и структура пробы оказывают сильное влияние на температуру источника света, так как она определяется ионизационным потенциалом элементов, который непосредственно связан с химическим составом проб. Для ослабления влияния вариаций химического состава золы растений на интенсивность линий микроэлементов, эталоны, приготовленные на стандартном составе основы, и образцы золы смешали с буфером [3].

Для ослабления влияния состава основы на интенсивность почернения аналитических линий нами

в качестве буфера был выбран углекислый литий. Для выявления буфера нами были построены градуировочные графики для эталонов зерна кукурузы с буфером и без буфера. Они были построены по методу трех эталонов по абсолютным почернениям. Такая графическая зависимость показана на рис. 1.

Таблица 1
Аналитические линии определяемых элементов

Наименование элемента	Длина волны аналитической линии, Å	Потенциал возбуждения линий, эВ
Си	327,3	3,78
Mn	294,9	5,37
Al	265,2	4,67
Mo	317,0	3,91
Co	345,3	4,02
Fe	302,5	4,21

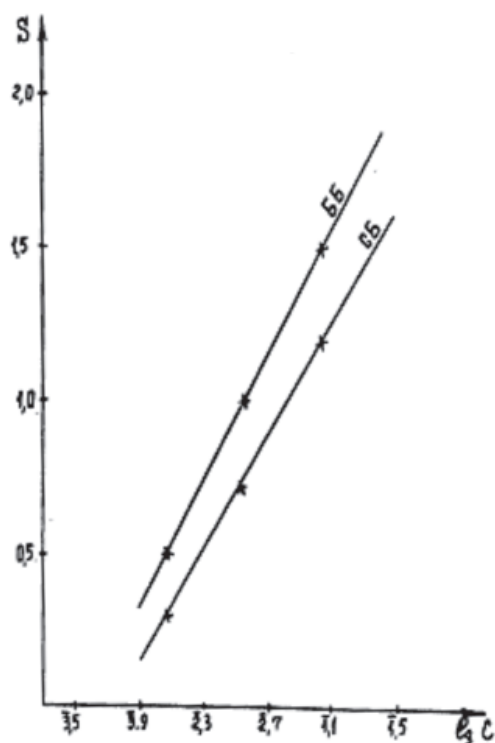


Рис. 1. Градуировочный график для определения содержания Mn в зерне кукурузы BB- без буфера; CB- с буфером

Характер и интенсивность испарения микроэлементов в значительной степени зависит от силы тока в электрической дуге. Для большинства элементов наивысшая чувствительность метода проявляется при силе тока 15–20 А. Применение электрической дуги при высокой силе тока важно не только с точки зрения чувствительности, но и для сокращения вре-

мени испарения и ослабления фона. Концентрация атомов в столбе дуги в основном определяется летучестью элементов [5]. Поэтому приступая к анализу каких-либо продуктов, обычно проверяют летучесть определяемых элементов экспериментально, так как не всегда точно известно, в каких соединениях они входят в пробы. Изучение кривых испарения необходимо для установления времени полного выгорания элемента и идентичности процессов испарения проб и эталонов. На основании данных было выбрано оптимальное время экспозиции, равное 2,5 мин (рис. 2).

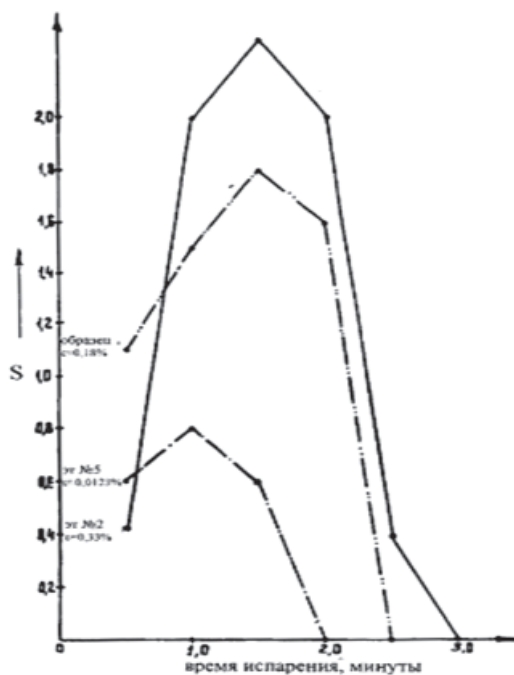


Рис. 2. Кривые испарения Mn из эталонов для зерна кукурузы и золы образца

Представительность проб достигалась путем озоления трех навесок для каждого способа, отобранных от большой среднеизмельченной пробы, и дальнейшего объединения полученной с тщательно растертой золой. Навески исследуемого вещества обильно смачивали ускорителем, чашку накрывали часовым стеклышком и оставляли на определенное время. Озоление проводили до постоянного веса в фарфоровых чашках. Повышение температуры от 0°C до конечной заданной температуры производилось со скоростью 3,5 град./мин. Все пробы анализировали в одинаковых условиях в один и тот же день, чтобы по возможности исключить ошибки, обусловленные временным фактором.

Результаты исследования и их обсуждение

В табл. 2 представлены результаты определения микроэлементов в зернах кукурузы.

Данные таблиц свидетельствуют о том, что зольность и содержание микроэлементов в зерне кукурузы колеблются в значительных пределах в зависимости от особенностей естественно-климатической зоны ее возделывания.

Таблица 2

Содержание микроэлементов в зернах кукурузы

Район	Зола, %	Содержание микроэлементов, %				
		Si	Mn	Al	Co	Fe
Джейрахский	1,7	14,5	85,5	14,4	0,02	23,3
Сунженский	1,5	14,1	82,4	10,4	0,01	63,2
Назрановский	1,6	14,1	80,8	15,6	0,02	22,5
Малгобекский	1,4	12,5	40,4	13,6	0,01	22,3

При группировке подвергшихся анализу образцов зерна по типам почв, естественно, пришлось в некоторых случаях абстрагироваться от сортовой особенности кукурузы, так как на части почвенных растений, включаемых в одинаковые типы почв, но находящихся в различных районах, возделывались не одни и те же сорта. Однако это не может оказать существенного влияния на результаты исследований, так как сортовые различия не приводят к решающему изменению содержания микроэлементов в зерне. Содержание железа и алюминия в зерне кукурузы, выращенной на различных типах почв, колеблется в исключительно больших пределах.

Выводы

Содержание меди и марганца также далеко не одинаково, но колеблется в меньшей степени. Зерно кукурузы, выращенное на различных типах почв, существенно отличается по содержанию микроэлементов:

а) горно-лесные и горно-луговые почвы Джейрахского района дают зерно, очень богатое медью, но содержащее ниже среднего количества марганца и железа и малое количество алюминия, кобальта;

б) на подзолистых почвах Назрановского района урожай зерна очень богат марганцем, медью и алюминием и содержит среднее количество кобальта и малое количество железа;

в) на черноземах выщелоченных и деградированных почвах Малгобекского района получается зерно, среднебогатое медью и алюминием и содержащее ниже среднего количества железа, малое количество марганца и кобальта;

г) среднемощные черноземы Сунженского района дают зерно, очень богатое

марганцем и медью, содержащее среднее количество железа и малое количество алюминия и кобальта [4].

Список литературы

1. Казаков Е.Д., Кретович В.Л. Биохимия зерна и продуктов его переработки. – М.: Колос, 1980. – С. 6–25.
2. Бабушкин А.А., Бажулин П.А., Королев Ф.А., Левшин Л.В., Прокофьев В.К., Стриганов А.Р. Методы спектрального анализа ИПЦМИТХТ: учебное пособие. – 2011. – С. 45–48.
3. Золотов Ю.А., Кузьмин Н.М. Концентрирование микроэлементов. – М.: Химия. 1982. – С. 168.
4. Даурбекова Р.С., Дугиева А.Я., Арчакова Р.Д., Эльдиева З.Б. Влияние естественной загрязненности почв на развитие сельскохозяйственных культур // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 9. – Ч. 2. – С. 268–272.
5. Прайс В. Аналитическая атомно-абсорбционная спектроскопия. – М.: Мир, 1976 – 355 с.

References

1. Kazakov E.D., Kretovich V.L. Biochemistry of grain and products of its processing. M.: Kolos 1980. pp. 6–25.
2. Babushkin A.A., Bazhulin P.A., Korolev F.A., Levshin L.V., Prokofiev V.K., Striganov A.R. IPTSMITH methods of spectral analysis. Textbook. 2011. pp. 45–48.
3. Y.A. Zolotov, N.M. Kuzmin Concentration of trace elements. M.: Chemistry. 1982. pp. 168.
4. Daurbekova R.S., Dugieva A.Y., Archakova R.D., Eldieva Z.B., Influence of natural soil pollution on the development of agricultural crops // Fundamental research. no. 9. Ch.2. 2012. pp. 268–272.
5. Price V. Analytical Atomic Absorption Spectroscopy. M.: Peace, 1976. pp. 355.

Рецензенты:

Алакаева Л.А., д.х.н., профессор кафедры неорганической и физической химии, КБГУ, г. Нальчик;

Борукаев Т.А., д.х.н., профессор кафедры высокомолекулярных соединений химического факультета КБГУ, г. Нальчик.

Работа поступила в редакцию 28.07.2014.

УДК 543.544.153

ОПРЕДЕЛЕНИЕ БЕЛКОВЫХ ФРАКЦИЙ, СОДЕРЖАЩИХСЯ В ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУРАХ И МУКЕ, МЕТОДОМ ГЕЛЬ-ПРОНИКАЮЩЕЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Бокова Л.М., Султыгова З.Х., Бокова М.М., Балаева Ф.А., Инаркиева З.И.
ФГБОУ ВПО «Ингушский государственный университет», Назрань, e-mail: бага@inbox.ru

Определено молекулярно-массовое распределение белковых фракций зерновых культур и муки методом планарной гель-проникающей хроматографии (ПГПХ). Исследование белковых фракций кукурузы с различной растворимостью методом ПГПХ показало, что количество фракций белка зависит не только от молекулярной массы, но и от значения pH среды используемого элюента. Исследована широкая область значений от pH 4,0 до pH 10,0. Для различия фронта растворителя и скорости его движения использованы окрашенные белки природного происхождения – гемоглобин и цитохром «С», а также белки с флуоресцентной меткой. Качественный анализ зерна злаков проводили определением молекулярной массы разделяемых на хроматографической пластине разных по своей природе (экстракция в различных растворителях) белковых комплексов. Разработана методика с использованием оптимальных значений pH среды элюента при дальнейшем фракционировании водо- и солерастворимых белков.

Ключевые слова: гель-проникающая хроматография, анализ белковых фракций, зерновые культуры, молекулярная масса белков

DETERMINATION OF PROTEIN FRACTIONS CONTAINED IN FLOUR CROPS AND GEL PERMEATION CHROMATOGRAPHY

Bokova L.M., Sultygova Z.K., Bokova M.M., Balaeva F.A., Inarkieva Z.I.
FGBOU VPO «Ingush State University», Nazran, e-mail: бага@inbox.ru

Defined molecular weight distribution of the protein fractions of cereals and flour by planar gel permeation chromatography (PGPH). Investigation of protein fractions with different solubility corn PGPH method showed that the amount of protein fractions depends not only on the molecular weight, but also on the pH of the medium used eluent. Explore a wide range of values of pH 4,0 to pH 10,0. To distinguish the solvent front and the rate of motion are used stained proteins of natural origin, hemoglobin, cytochrome and «C» as well as proteins with a fluorescent label. Qualitative analysis of cereals carried out molecular weight determinations separated by silica gel plate different in nature (extraction in various solvents) protein complexes. The technique of using the optimum pH for the medium further fractionation eluent water and salt-soluble proteins.

Keywords: gel permeation chromatography, analysis of the protein, fractions crops, molecular weight proteins

Хроматография – современный и высокоэффективный метод, позволяющий достаточно быстро и надежно определять содержание отдельных компонентов в смесях, концентрировать и идентифицировать эти компоненты. Она эффективна не только в химическом анализе, но и в химической технологии.

Наибольшее значение при этом имеет оценка содержания, состояния, структуры, комплексообразования и распределения белков. Для установления этих характеристик нужно прежде всего, обеспечить ненарушение выделения из анализата характерного данного нативного белка. Для этого в химии белков предложен ряд методов; высаливание, избирательное осаждение, ультрацентрифугирование, диализ, электрофорез и т.д.

Одним из методов выделения, разделения и аналитического определения белков является предложенный впервые в 1959 году метод гель-проникающей хроматографии (молекулярно-ситовой процесс). Этот метод считается в настоящее время важнейшим и эффективнейшим способом разделения белков, т.к. он отличается рядом необходимых особенностей; незави-

симость от pH Среда, температуры, сохранение нативных состава и структуры.

Обычно применяется колоночный вариант этого метода, отличающийся громоздкостью аппаратуры, употреблением больших количеств дорогих и труднодоступных реактивов, длительностью аналитической процедуры (порядка нескольких суток на один анализ). Предложен и используется в некоторых странах другой вариант метода ГПХ – тонкослойный планарный (ТС ГПХ). Он отличается достоинствами во всех тех отношениях, в которых имеет недостатки колоночный метод, но и сам содержит ряд трудностей.

Изменение содержания минеральных веществ (элементно-концентрационного состава) почв в значительной степени соответствует изменению молекулярно-массового состава биополимеров (белков) в исследуемых образцах зерновых культур и продуктов их переработки (муке) в зависимости от экологической ситуации. С целью исследования молекулярно-массового распределения белковых фракций зерновых культур и муки был применен метод планарной гель-проникающей хроматографии (ПГПХ).

Несомненными достоинствами ПГПХ являются: возможность сохранения нативных состава и структуры белка; независимость от температуры и pH среды, в которой проводится определение и возможности использования органических растворителей [1].

В исследованиях мы использовали герметичную камеру из полиэтилена высокой плотности с покрытием из органического стекла, в которой имеется щель для нанесения исследуемых образцов. Верхняя часть камеры подвижна и снабжена устройством для фиксации ее под определенным углом к горизонтальной плоскости. Внутри камеры есть четыре резервуара для заполнения их элюентом. Между резервуарами закрепляли пластину, покрытую слоем суспензии набухшего геля, которая соединялась с резервуарами с помощью «мостиков» из фильтровальной бумаги. Резервуары заполняли элюентом: верхний, в зависимости от угла наклона камеры, от 0,5 до 0,7 объема чтобы избежать переливания через край: средние два – от 0,3 до 0,4 объема; нижний – до 0,2 объема для увлажнения «мостика» из фильтровальной бумаги. Исследования в условиях ПГПХ проводили на стеклянных пластинах размером 100×200 и 200×200 мм с закрепленными по краям вдоль пластины полосками из тонкой (0,3–0,6 мм) резины.

Для планарной ГПХ в первую очередь встает вопрос об оптимальной способности геля к образованию прочного адгезионного слоя на поверхности пластин. Эти способности зависят от размеров зерна, их пористости и сольватационных свойств частиц геля [2].

По техническим характеристикам Сефадексы «Суперфайн» более подходят для разрабатываемой нами методики, чем другие декстрановые гели или биогель Р, имеющих меньший интервал фракционирования и более крупные размеры гранул.

Самым большим преимуществом гелепроницающей хроматографии в тонком слое является то, что несколько образцов могут располагаться рядом на пластине и может производиться их непосредственное сравнение, в том числе и со стандартными образцами.

Отношение между толщиной слоя, углом наклона, пористостью геля, скоростью потока растворителя дает возможность устанавливать оптимальную аналитическую технологию, пользуясь обычным в технике методом проб и ошибок. В основном толщина слоя порядка 0,5 мм, скорость потока около 3 см/ч и угол наклона от 10 до 20° являются наиболее оптимальными. Более высокая скорость потока может вызывать расширение зон и неполноценное

расширение. Для Сефадексов G-100, G-200 скорость потока между 2 и 5 см/ч достигается при толщине слоя 0,6 мм и угле наклона от 10 до 30°. Однако на Сефадексах G-50, G-75 такая же скорость потока может быть получена и с меньшим углом.

Экспериментальная часть

Анализ белковых фракций, содержащихся в зерновых культурах и муке, проводился следующим образом. Образцы, содержащие не более 100 мкг исследуемого вещества в объеме около 1–3 мкл, нанесли на стартовую линию микропипеткой (капилляром) в виде капли (пятно диаметром 2–5 мм), не прикасаясь к поверхности, для избежания повреждения слоя. Камеру с пластинками (2–4 штук) устанавливали в нужное положение (15–20°) и выдерживали в течение 1–3 часов [3].

Поскольку при элюировании фронт растворителя неразличим, скорость движения растворителя определяли и регулировали с помощью соединений-маркеров. Для этой цели использовали окрашенные белки природного происхождения, например гемоглобин и цитохром «С», или же белки с флуоресцентной меткой, присоединенной, с помощью флуоресцеинизотионата. Однако, наиболее подходящими и хорошо различимыми маркерами являются, по-видимому, бычий сывороточный альбумин и альбумин человека, окрашенные амидочерным 10Б. Результаты переснимались на хроматографическую бумагу, с последующим детектированием биополимеров 0,02 %-м раствором амидочерного 10Б в смеси этанол – уксусная кислота – вода (5:4:1). Лист бумаги, соответствующий размерам слоя геля на пластинке, помещали на слой геля и быстрым движением пластмассового стержня, начиная от края пластинки, прижимали его к слою, удаляя тем самым пузырьки воздуха между бумагой и гелем. Через 5 минут компоненты смеси были полностью перенесены на бумагу. Бумагу снимали, иногда вместе с частью геля, затем бумажные реплики высушивали в сушильном шкафу при температуре 120°C в течение 5 минут и отмывали в той же смеси без красителя.

Опытным путем нами был выбран для окрашивания белковых комплексов амидочерный 10Б, так как он дает ярко прокрашенные, устойчивые пятна.

Единственным его недостатком является остающийся после отмывания отпечатков светло-голубой фон, который, однако, не влияет на качество определения [4].

Нами было изучено влияние ряда факторов на процесс разделения белка на пла-

стине (время продолжительности анализа, угла наклона камеры, марка используемого Сефадекса). Оптимизация совокупности этих параметров позволяла достичь нужной скорости миграции определяемых веществ (1–5 см/ч).

Нами проведены исследования Сефадексов марки G-50, G-75, G-100, G-200 «Суперфайн» при различных углах наклона камеры, которые варьировались от 10 до 20°. Расстояние стандартных белков от линии старта замеряли через определенные промежутки времени от 0 до 4 часов. Величину молекулярных масс (ММ) определяли по стандартным белкам, в качестве которых применяли: инсулин (цепь Б), с ММ 5800, рибонуклеазу с ММ 13700; химотрипсин с ММ 25000; трипсин с ММ 25500; овальбумин с ММ 45000; бычий сывороточный альбумин с ММ 67000; цитохром «С» с ММ 13000, актрапид, холестерин. Элюирующими системами были фосфатный буфер, раствор хлорида натрия и вода. После проведенных исследований устанавливали прямую зависимость скорости миграции веществ от угла наклона камеры. Чем больше был угол наклона, тем быстрее мигрировали вещества на пластине. Оказалось, что при одинаковом угле наклона, скорость на слабо сшитых Сефадексах, таких как G-100 и G-200 «Суперфайн», меньше, чем на Сефадексах с более высокой степенью сшивки, таких как G-50 и G-75 «Суперфайн». Все Сефадексы, ис-

пользуемые в наших исследованиях, по скорости миграции веществ со свободным объемом условно можно разделить на две группы. К первой группе можно отнести Сефадексы G-50 и G-75 «Суперфайн» как имеющие наибольшую скорость миграции, ко второй группе – G-100 и G-200 «Суперфайн» – наименьшую скорость миграции.

При работе на Сефадексе G-200 скорость веществ, мигрирующих со «свободным объемом» (т.е. не проникающих в гранулы геля), не должна превышать 2 см/ч. На гелях Сефадекса с более высокой степенью сшивки скорость может быть несколько больше. Указать заранее оптимальный угол наклона для данного типа геля невозможно, поскольку он зависит от многих факторов, например, от свойств партии геля и консистенции суспензии. Пробег для веществ, мигрирующих со «свободным объемом», должен составлять не менее 15 см. При большем пробеге (до 30–40 см) наблюдается лучшее разрешение и вместе с тем не происходит заметного размывания зон.

В нашей работе при определении молекулярной массы белков кукурузы и пшеницы методом ПГПХ их хроматографировали на сверхтонких Сефадексах G-50, G-100 и G-200. На Сефадексе G-100 альбумины и глобулины кукурузы, экстрагированные 0,2 М раствором хлорида натрия, разделялись на 12 фракций с молекулярной массой от 11000 до 26000.

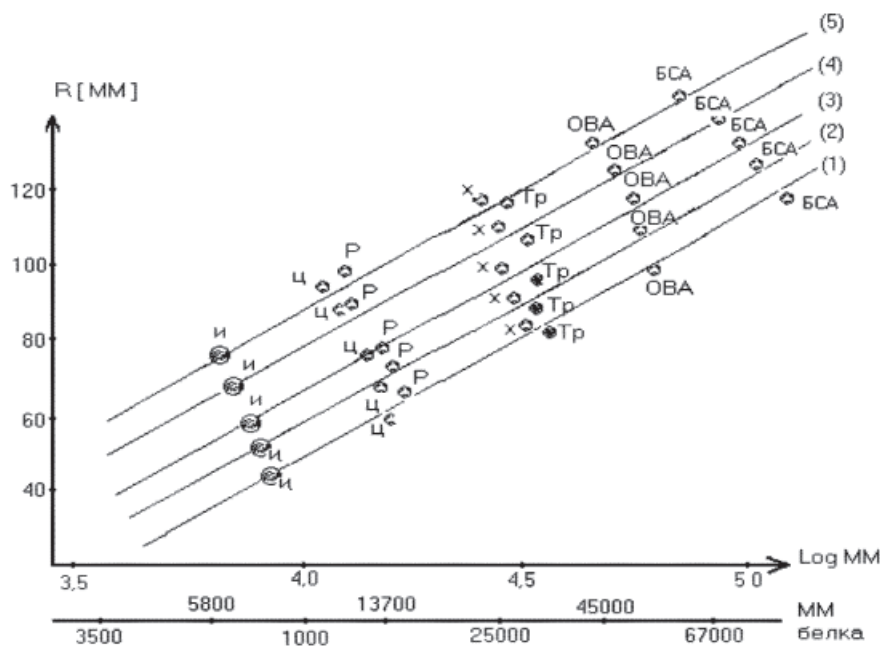


Рис. 1. Зависимость длины пробега R от логарифма ММ стандартных белков на Сефадексе G-100 «Суперфайн» Время элюирования 3 ч 20 мин. Угол наклона камеры варьировался: 1 – 10°, 2 – 12°, 3 – 15°, 4 – 20°, 5 – 22°

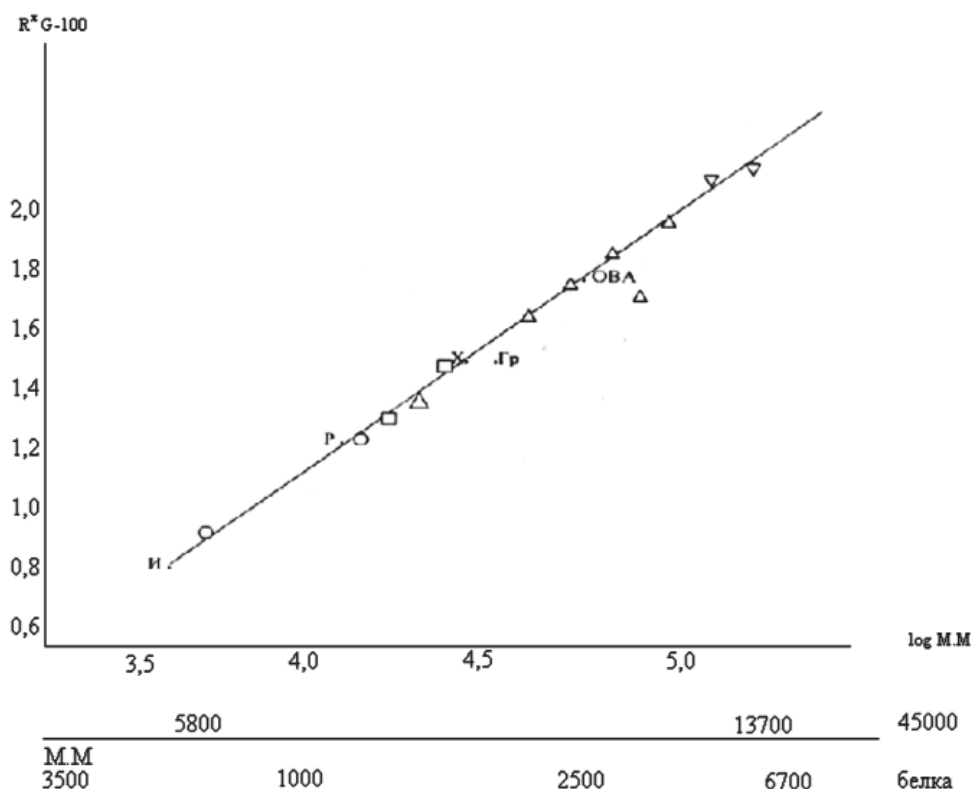


Рис. 2. Зависимость относительной длины пробега R^*_{G-100} от логарифма ММ суммарных белков зерна, муки. (Угол наклона 15° ; рН 5,8 элюент фосфатный буфер)

- – альбумины 2 фракции
- – глобулины 3 фракции
- △ – зеин 5 фракций
- ▽ – глютенины 2 фракции

Проламин кукурузы – зеин дал 5 фракций с молекулярной массой от 32000 до 150500. Глютели кукурузы разделился на 3 фракции с молекулярной массой 90600 и 120000; альбумины на 2 фракции с молекулярной массой от 5600 до 13500; глютеины – 2 фракции с молекулярной массой от 65000 до 68000. Элюирование проводили в фосфатном буферном растворе (рН = 5,86) при продолжительности разделения 2 часа 30 минут.

Исследование белковых фракций кукурузы с различной растворимостью методом ПГПХ показало, что количество фракций белка зависит не только от молекулярной массы, но и от значения рН среды используемого элюента. Нами была исследована широкая область значений рН 4,0 до рН 10,0.

Выводы

В ранее проведенных исследованиях было обнаружено, что оптимальной зоной рН является слабощелочная среда (рН = 8,0–9,1), в которой проявляется боль-

шое количество белковых фракций зерна кукурузы и пшеницы [5].

При смещении значений рН в слабокислую зону наблюдается уменьшение количества определяемых фракций. Можно предположить, что это связано с уменьшением растворимости, особенно водо- и солерастворимых белков вблизи их изоэлектрической точки, находящейся в слабокислой зоне (рН 5,8–4,5) и нейтральной (рН 7,0–6,8) с природой нативных водо- и солерастворимых белков зерна кукурузы, что подтверждают исследования методом градиентной гель-хроматографии на колонке с последующим электрофорезом.

Результаты, полученные при исследовании разделения белковых фракций с разной растворимостью, позволяют утверждать, что рН среды элюента имеет существенное влияние на разрешающую способность метода ПГПХ. Учитывая этот существенный фактор, в разработанной нами методике мы использовали оптимальные значения рН среды элюента при

дальнейшем фракционировании водорастворимых белков.

В качестве маркерного белка применяли трипсин. Калибровочную кривую строили в координатах зависимости относительной длины пробега (замеренной по отношению к длине пробега трипсина) от логарифма молекулярной массы белковой фракции.

По калибровочной кривой, учитывая относительную длину пробега, измеряли длину пробега от стартовой линии — линии нанесения исследуемых объектов до центра окрашенного пятна хроматограммы и выражали в безразмерных единицах по отношению к длине пробега трипсина. Затем находили логарифм ММ образца и определяли его ММ.

Список литературы

1. Остерман Л.А. Хроматография белков и нуклеиновых кислот. — М.: Наука 1985. — 367 с.
2. Детерман Г. Гель-хроматография. Гель-фильтрация. Гель-проникающая хроматография. Молекулярные сита: пер. с нем; под ред. А.С. Хохлова. — М: Мир, 1970. — С. 90.
3. Березин В.Г. Бочков А.С. Количественная тонкослойная хроматография. — М: Наука, 1980. — 25 с.
4. Полуцки Г.С., Клечко Ю.А. Определение биополимеров в пищевых продуктах методом планарной ГПХ // Аграрная наука. — 1999. — № 6.

5. Бокова Л.М. Султыгова З.Х. Исследование полимеров кукурузы методом геля-проникающей хроматографии // Сборник научных трудов ИнГГУ. — 2000. — Вып. 1. — т. 1 — С. 56–58.

References

1. Osterman of L.A. Hromatografiya of proteins and M.'s nucleic acids: Science 1985. 367 p.
2. Determan G. Gel a chromatography. Gel filtration. Gel a getting chromatography. Molecular sieve. The lane with it. Under the editorship of Hoxhlov A.S. M: World, 1970. pp. 90.
3. Berezin V.G. Bochkov A.S. Quantitative thin layer chromatography. M.: Science, 1980. 25 p.
4. Polutski G.S., Klechko Yu.A. Definition биополимеров in foodstuff a method of planar GPH // Agrarian science, 1999. no. 6.
5. Bokova of L.M. Sultygov Z.Kh. Research of polymers kukuruzy a method gel a getting chromatography // the Collection of scientific works of INGGU release 1 Vol. 1 2000, pp. 56–58.

Рецензенты:

Алакаева Л.А., д.х.н., профессор кафедры неорганической и физической химии, КБГУ, г. Нальчик;

Борукаев Т.А., д.х.н., профессор кафедры высокомолекулярных соединений химического факультета КБГУ, г. Нальчик.

Работа поступила в редакцию 28.07.2014.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИАЗОМЕТИНЭФИРОВ НА ОСНОВЕ АРОМАТИЧЕСКИХ ДИАЛЬДЕГИДОВ И 4,4'-ДИАМИНОТРИФЕНИЛМЕТАНА С ПОМОЩЬЮ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОГО ФАЗОВОГО АНАЛИЗА

¹Борукаев Т.А., ¹Гасташева М.А., ¹Залова Т.В., ²Китиева Л.И.

¹ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный университет
им. Х.М. Бербекова», Нальчик;

²ФГБОУ ВПО «Ингушский государственный университет», Назрань, e-mail: бага@inbox.ru

Получены новые полиазометинэфиры на основе синтезированных диальдегидов и 4,4'-диаминотрифенилметана. Строение полимеров подтверждено с помощью ИК спектроскопии и элементного анализа. Определены температуры плавления, растворимость, вязкость и молекулярная масса полимеров. Данные полимеры имеют относительно низкую для такого класса веществ температуру плавления, которая лежит в пределах 150°C, они хорошо растворимы в органических растворителях, таких как хлороформ, ацетон, спирт, пропанол-2, диметилформамид, что позволяет на их основе получать пленки и волокна. Вязкость полученных полимеров лежит в пределах 0,43–0,78 дЛ/г, что говорит о достаточно высокой молекулярной массе веществ. Проведен рентгенографический фазовый анализ полиазометинэфигов на основе ароматических диальдегидов и 4,4'-диаминотрифенилметана. Показано, что полиазометинэфиры представляют собой частично кристаллические полимеры. Определены значения степени кристалличности полиазометинэфигов и размеры кристаллитов, которые свидетельствуют о наноструктурной морфологии полимеров.

Ключевые слова: рентгенографический фазовый анализ, кристаллические фазы, степень кристалличности, размер кристаллитов

RESEARCH POLIAZOMETINEFIROV ON THE BASIS OF AROMATIC DIALDEGIDOV AND 4,4'-DIAMINOTRIFENILMETANA BY MEANS OF THE RADIOGRAPHIC PHASE ANALYSIS

¹Borukaev T.A., ¹Gastasheva M.A., ¹Zalova T.V., ²Kitieva L.I.

¹Kabardino-Balkarian State University, Nalchik;

²Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education
Ingush State University, Nazran, e-mail: бага@inbox.ru

Are received new poliazometinefirov, on the basis of synthesized dial-degidov and 4,4'-diaminotrifenilmetana. Structure of polymers are confirmed by means of IK of spectroscopy and the element analysis. Melting temperatures, solubility, viscosity and molecular mass of polymers are determined. These polymers have rather low for such class of substances the melting temperature which lies within 150°C, they it is good pастворимы in organic solvents, such as chloroform, acetone, alcohol, propanol-2, диметилформамид that allows to receive on their basis films and fibers. Viscosity of the received polymers lies within 0,43–0,78 dL/g that speaks about rather high molecular mass of substances. The rentgengraficheskyy phase analysis полиазометинэфигов on the basis of aromatic диальдегидов and 4,4'-diaminotrifenilmetana is carried out. It is shown that полиазометинэфиры represent partial and crystal polymers. Values of degree of crystallinity полиазометинэфигов and the sizes of crystallites which testifies to nanostructural morphology of polymers are defined.

Keywords: radiographic phase analysis, crystal phases, crystallinity degree, size of crystallites

В настоящее время существует большое количество методов фазового анализа: химические, термические, дифракционные и др. [1, 6]. По широте применения первое место занимает рентгенографический метод фазового анализа (РФА). Широкое использование этого метода объясняется достаточно хорошо разработанной теорией, обладающей рядом практических достоинств, таких как простота приготовления образцов; простота и относительная экспрессность получения качественных результатов; сохранение образцов без изменения после эксперимента; возможность использования поликристаллического материала; возможность массовых измерений; возможность исследования полиморфных

модификаций; возможность исследования фазового состава непосредственно в конкретных условиях (температура, давление, газовая среда); возможность получения из экспериментальной дифрактограммы, наряду с данными о фазовом составе, данных о структурных характеристиках отдельных фаз. Последнее имеет особое значение в повышении роли рентгеновского метода, так как это позволяет получать разностороннюю информацию из одной дифракционной картины, благодаря разработке не только одного метода РФА, а целого ряда методов, представляющих собой рентгенографию порошковых материалов, которая широко используется при исследовании структуры полимеров [1, 2].

Качественный рентгенофазовый анализ заключается в идентификации кристаллических фаз на основе присущих им значений межплоскостных расстояний d (hkt) и соответствующих интенсивностей линий I (ш) рентгеновского спектра [4];

Количественный анализ заключается в определении количества тех или иных фаз в смеси; определении средних размеров кристаллов, зерен в образце, функции распределения их по размерам, по анализу профиля линий; изучении внутренних напряжений – проведении анализа профиля дифракционных линий и сдвига положения этих линий; изучении текстур, т.е. характера преимущественной ориентации кристаллитов. Количественный рентгеновский фазовый анализ основан на зависимости интенсивности дифракционного отражения от содержания соответствующей фазы в исследуемом объекте [4].

Экспериментальная часть

Для оценки описанных выше свойств был проведен рентгеновский анализ исследуемых полимеров. Рентгенограммы приведены на рисунке.

Расчет рентгенограмм состоит из следующих этапов:

1. Нумерация всех линий на рентгенограмме. Фиксируются линии, у которых отношение $I_{\text{сигн}} / I_{\text{шум}}$ больше 2.

2. Определение в градусах 2θ положения максимума интенсивности каждой линии. Положение пиков измеряют от ближайшего штриха с точностью $2\theta = 0,01^\circ$. Штрихи-отметчики автоматически фиксируются на рентгенограмме и указывают значение брэгговского угла 2θ .

3. Определение интенсивности I линий. I измеряется по линейке в мм, отсчет ведется от шумовой дорожки спектра.

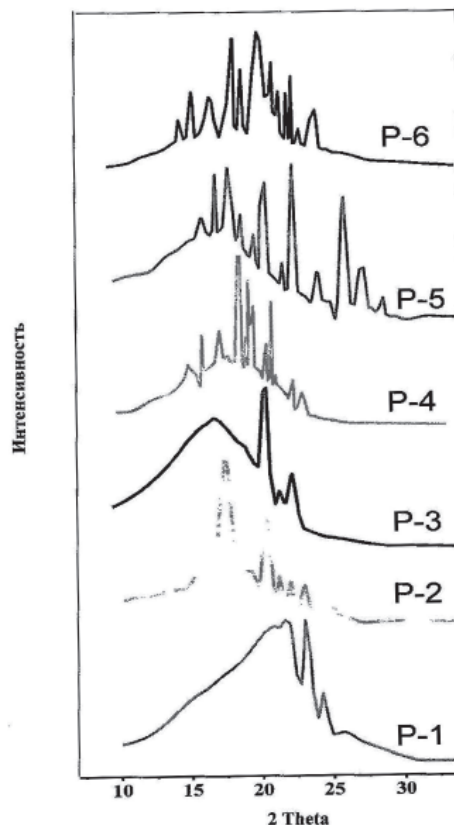
4. Определение относительной интенсивности I/I_0 линий. Интенсивность самого сильного пика принимают за 100, интенсивность остальных пиков оценивают в долях от него.

Каждая фаза обладает своей кристаллической решеткой и характеризуется только ей присущим набором межплоскостных расстояний $d_{\text{ш}}$, которые определяются по формуле

$$n\lambda = 2d\sin\theta.$$

Начальную информацию о состоянии вещества можно получить из внешнего вида рентгеновских спектров. Так, хорошо окристаллизованный и однородный по параметрам решетки материал дает узкие и высокие дифракционные пики, плохо окристаллизованный неоднородный материал – широкие и низкие. Рентгенограм-

ма аморфного образца имеет характерный вид – это широкая линия (гало), угловая ширина $2G = 10\text{--}20^\circ$. Возникают такие отражения за счет существования ближнего порядка в расположении атомов аморфной фазы. В простейшем случае (плотная упаковка сферических атомов элементов нулевой группы) положение первого такого максимума примерно соответствует кратчайшему межатомному расстоянию. Данные, полученные в результате расчета рентгенограмм, называют информационной картой. Нумерация пиков проводится слева направо в порядке очередности.



Рентгенограммы полимеров

На рисунке приведены рентгенограммы полиазометинэфиров на основе 4,4'-диаминотрифенилметана и 4,4'-диформилдифенокситерефталата (P-1), 4,4'-диаминотрифенилметана и 4,4'-диформилдифеноксиизофталата (P-2), 4,4'-диаминотрифенилметана и 4,4'-диформилдифеноксифталата (P-3), 4,4'-диаминотрифенилметана и 4,4'-диформилдифенокси-1.4-бензола (P-4), 4,4'-диаминотрифенилметана и 4,4'-диформилдифеноксифенона (P-5), 4,4'-диаминотрифенилметана и 4,4'-диформилдифеноксидифенилэфира (P-6), полученные по соответствующей методике [5]. Как видно из рисунка, происходит

наложение пиков аморфной и кристаллической областей полимера, поэтому чтобы определить доли этих фаз, а следовательно, и степень кристалличности, был проведен

количественный рентгенографический анализ. Данные, полученные в результате качественного и количественного анализа, объединены и приведены в табл. 1–6.

Таблица 1

Данные рентгеноструктурного анализа для полимера Р-1

Номер пика	d_{hkl} , Å	2Θ , °	I , мм	$I_{отн}$, %	β_u , °	$L_{ш}$, нм	Area	СК
1	4,22	21	82	96	8,510	1,96	698,05	0,48
2	3,98	23	85	100	0,847	19,74	72,05	
3	3,67	24	62	58	0,536	31,22	26,80	
Аморфный пик	—	—	—	—	—	—	843,65	

Таблица 2

Данные рентгеноструктурного анализа для полимера Р-2

Номер пика	d_{hkl} , Å	2Θ , °	I , мм	$I_{отн}$, %	β_u , °	$L_{ш}$, нм	Area	СК
1	5,20	17,0	54	54	1,8412	8,74	99,42	0,42
2	4,67	19,0	100	100	1,3600	11,97	136,00	
3	4,00	22,2	69	69	0,8246	20,17	56,90	
4	3,86	23,0	39	39	0,7358	6,77	28,70	
5	3,70	24,0	33	33	0,5272	31,98	17,40	
6	3,56	25,0	34	34	1,4940	11,37	50,80	
7	3,25	27,4	21	21	1,0760	16,21	22,60	
Аморфный пик	—	—	—	—	—	—	552,42	

Таблица 3

Данные рентгеноструктурного анализа для полимера Р-3

Номер пика	d_{hkl} , Å	2Θ , °	I , мм	$I_{отн}$, %	β_u , °	$L_{ш}$, нм	Area	СК
1	4,92	18	83	84	8,540	1,948	713,37	0,46
2	4,00	22	99	100	0,707	23,52	70,05	
3	3,70	24	54	54	0,833	17	11	
Аморфный пик	—	—	—	—	—	—	948,84	

Таблица 4

Данные рентгеноструктурного анализа для полимера Р-4

Номер пика	d_{hkl} , Å	2Θ , °	I , мм	$I_{отн}$, %	β_u , °	$L_{ш}$, нм	Area	СК
1	5,64	15,7	41	47	0,7598	21,06	31,15	0,41
2	5,30	16,7	54	62	0,6000	26,80	32,40	
3	4,95	17,9	56	65	0,9868	16,41	55,26	
4	4,58	19,4	86	100	0,6698	24,38	57,60	
5	4,41	20,1	53	61	0,2736	59,96	14,50	
6	4,35	20,4	79	91	0,2525	57,17	19,95	
7	4,26	20,8	67	78	0,3493	47,18	23,40	
8	4,11	21,6	50	58	0,4250	38,98	21,25	
9	4,00	22,2	69	80	0,3725	44,67	25,70	
10	3,93	22,6	36	41	0,2833	58,89	10,20	
11	3,76	23,6	34	39	0,5059	33,23	17,20	
12	3,65	24,3	25	29	0,7980	21,18	19,95	
Аморфный пик	—	—	—	—	—	—	485,50	

Таблица 5

Данные рентгеноструктурного анализа для полимера Р-5

Номер пика	$d_{hkl}, \text{\AA}$	$2\Theta, ^\circ$	$I, \text{мм}$	$I_{\text{отн}}, \%$	$\beta_u, ^\circ$	$L_{\text{ш}}, \text{нм}$	Area	СК
1	5,21	17	68	68	1,0058	16,01	68,40	0,48
2	4,92	18	96	96	0,7562	21,42	72,60	
3	4,67	19	98	98	0,9234	17,64	90,50	
4	4,43	20	70	70	0,5157	31,78	36,10	
5	4,23	21	58	58	0,7336	22,49	42,55	
6	4,13	21	75	75	0,5887	28,13	44,15	
7	3,83	23	41	41	0,4756	35,23	19,50	
8	3,70	24	100	100	0,5492	30,70	54,92	
9	3,42	26	35	35	0,6243	27,45	21,85	
10	3,18	28	80	80	0,6063	28,77	48,50	
11	3,02	29	38	38	0,8082	21,90	30,71	
12	2,88	31	20	20	0,4800	37,44	9,60	
Аморфный пик	—	—	—	—	—	—	572,59	

Таблица 6

Данные рентгеноструктурного анализа для полимера Р-6

Номер пика	$d_{hkl}, \text{\AA}$	$2\Theta, ^\circ$	$I, \text{мм}$	$I_{\text{отн}}, \%$	$\beta_u, ^\circ$	$L_{\text{ш}}, \text{нм}$	Area	СК
1	5,67	15,6	45	50	1,5200	29,98	68,40	0,48
2	5,09	16,7	58	64	1,2517	28,35	72,60	
3	4,87	18,2	56	62	1,6161	13,12	90,50	
4	4,45	19,9	90	100	0,4011	19,36	36,10	
5	4,32	20,5	73	81	0,5829	42,20	42,55	
6	4,036	22,0	89	98	0,4961	15,91	44,15	
7	3,88	22,9	77	85	0,2532	64,46	19,5	
8	3,79	23,4	61	67	0,9003	49,22	54,92	
9	3,70	24,0	60	66	0,3642	56,90	21,85	
10	3,64	24,4	69	76	0,7029	113,54	48,50	
11	3,55	25,0	40	44	0,7678	37,61	30,71	
12	3,37	26,4	44	48	0,2182	18,38	9,60	
Аморфный пик	—	—	—	—	—	—	572,59	

Для определения степени кристалличности рентнограмму разделяют на две части – кристаллическую и аморфную, подсчитывают площади под соответствующими кривыми, которые в дальнейшем считают

пропорциональными объему фаз. В интервале углов 5–30° определяют сумму площадей под кристаллическими пиками ($K_1(K_2, \dots, K_n)$) и площадь аморфного гало (А), степень кристалличности рассчитывали по формуле:

$$СК = ((K_1 + K_2 + \dots + K_n) \cdot 100\%) / (K_1 + K_2 + \dots + K_n + A).$$

Для снижения систематической ошибки измерений использован математический алгоритм, учитывающий поглощение рентгеновских лучей в образце и фактор Лоренца.

Интегральная полуширина β_u является отношением площади под кривой к ее

высоте. Размер кристаллитов (или зон когерентного рассеяния) определяли по формуле Шеррера:

$$L_{\text{ш}} = \lambda(\beta_u \cos\theta)^{-1}.$$

Как видно из данных рентгеновского исследования, полученные полиазометинэфиры

представляют собой частичнокристаллические полимеры, значение степени кристалличности лежит в пределах от 41 до 48 %. При этом размер кристаллитов лежит в пределах 60 нм, что свидетельствует о наноструктурной их морфологии.

Список литературы

1. Аверко-Антонович И.Ю., Бикмулин Р.Т. Методы исследования структуры и свойств полимеров. – Казань, 2002. – 604 с.
2. Китайгородский А.И. Рентгеноструктурный анализ мелкокристаллических и аморфных тел. – М., 1952. – 589 с.
3. Китайгородский А.И. Рентгеноструктурный анализ. – М., 1950. – 651 с.
4. Кузнецов Г.А. Качественный рентгенофазный анализ. – Иркутск, 2005. – С. 50.
5. Залова Т.В., Борукаев Т.А., Тхакахов Р.Б., Карамурзов Б.С. Новые ароматические диальдегиды и получение полиазометинэфиров на их основе // Пласт. массы. – 2008. – № 10. – С. 22–24.
6. Danley R.L. Comparison of simulated and actual DSC measurements for first-order transitions // J. Thermochim. – 2004. – P. 111–119.

References

1. Averko Antonovich-I.Y., Bikmulin R.T. Methods for studying the structure and properties of polymers. Kazan. 2002. 604 p.
2. Kitaygorodsky A.I. X-ray analysis of fine-grained and amorphous solids. M., 1952. 589 p.
3. Kitaygorodsky A.I. X-ray analysis. M., 1950. 651 p.
4. Kuznetsov G.A. Qualitative analysis rentgenofazny. Irkutsk. 2005. P.50.
5. Zalova T.V., Borukaev T.A., Thakahov R.B., Karamur-zov B.S. New aromatic dialdehydes and getting poliazometine-firov based on them // Plast. mass. 2008. no. 10. pp. 22–24.
6. Danley R.L. Comparison of simulated and actual DSC measurements for first-order transitions // J. Thermochim. 2004. pp. 111–119.

Рецензенты:

Алакаева Л.А., д.х.н., профессор кафедры неорганической и физической химии, КБГУ, г. Нальчик;

Султыгова З.Х., д.х.н., профессор кафедры химии, ИнГГУ, г. Магас.

Работа поступила в редакцию 28.07.2014.

УДК 632.95

ДЕГРАДАЦИЯ ГЕРБИЦИДА ГЛИФОСАТА БАКТЕРИЯМИ РОДОВ PSEUDOMONAS И PROTEUS

¹Бакулин М.К., ²Овсянников Ю.С., ¹Туманов А.С., ¹Бакулин В.М.

¹ФГБОУ ВПО «Вятский государственный университет», Киров, e-mail: vladbakulin@rambler.ru;

²ФГБОУ ВПО «Вятская государственная сельскохозяйственная академия», Киров

В статье представлены экспериментальные данные, свидетельствующие о перспективности использования культур глифосатустойчивых изолятов протеобактерий *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas alcaligenes*, *Pseudomonas fluorescens*, выделенных из загрязненных фосфонатом N-фосфометилглицином (глифосатом) почв сельскохозяйственных предприятий, в биотехнологических процессах глубинного культивирования и деградации этого ксенобиотика. Показано, что протеобактерии родов *Pseudomonas* и *Proteus* обладают способностью к биодegradации фосфометилглицина и других фосфонатов, используя для этого несколько путей. Широкое распространение гербицида глифосата с химически стабильной углерод-фосфорной связью среди ксенобиотиков, загрязняющих окружающую среду, вызывает большой интерес к изучению путей и механизмов их биодegradации. В статье показано, что добавление глифосатрезистентных протеобактерий родов *Pseudomonas* и *Proteus* в жидкую среду с 150-600 мкг·см⁻³ фосфоната N-фосфометилглицина при глубинном культивировании приводит к увеличению уровней синтеза биомассы и биотехнологического процесса деструкции глифосата.

Ключевые слова: бактерии, биодegradация, глифосат, ксенобиотики, глубинное культивирование

DEGRADATION HERBICIDES GLYPHOSATE BY BACTERIA GENERA PSEUDOMONAS AND PROTEUS

¹Bakulin M.K., ²Ovsyannikov Y.S., ¹Tumanov A.S., ¹Bakulin V.M.

¹FGBOU VPO «Vyatka State University», Kirov, e-mail: vladbakulin@rambler.ru;

²FGBOU VPO «Vyatka State Agricultural Academy», Kirov

In the article presented the experiment data of the perspectives of using glyphosateresistant isolates of the proteobacteria *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas alcaligenes*, *Pseudomonas fluorescens* from agricultural soil polluted with phosphonates N-phosphonomethylglycine (glyphosate), in biotechnological processes of deep cultivating and degradation that xenobiotics. Proteobacteria by Genera *Proteus* and *Pseudomonas* were shown to have the capability for biodegradation of phosphonomethylglycine and other phosphonates with the use of several pathways. Intensive study of the pathways and mechanisms of their biodegradation is required due to the abundance of herbicides glyphosate with a chemically stable carbon-phosphorus bond among xenobiotics contaminating the environment. The article illustrates that addition to the liquid media with 150-600 mcg · sm⁻³ phosphonates N-phosphonomethylglycine during the Genera *Pseudomonas* and *Proteus* kind a glyphosateresistant proteobacteria deep cultivation leads to the increase biomass synthesis level and glyphosate-destructing biotechnological process.

Keywords: bacteria, biodegradation, glyphosate, xenobiotics, deep cultivating

Синтетические фосфонаты являются основой многих ксенобиотиков и широко распространены среди химических веществ антропогенного происхождения, среди которых: отравляющие вещества, создаваемые в качестве химического оружия – VX, зарин и зоман; гербицид глифосат (фосфометилглицин); производные этил- и фенилфосфонатов, используемые как инсектициды; алафосфалин и фосфономицин (бисфосфонаты) – антибиотики; циклические эфиры ароматических бисфосфонатов – полимерные добавки; фирол 76 – пламягаситель, полиаминополифосфоновые кислоты – ингибиторы коррозии [1–3].

Однако наиболее широко используемым в мире фосфонатом является гербицид системного действия глифосат, который служит основой более трех десятков препаратов, выпускаемых под разными фирменными названиями и потребляемых в больших количествах (только в США ежегодно применяется

около – 22000 т этого гербицида, производимого известными фирмами «Монсанто», «Дау Агро Сайэнс» и др., в Украине – 1500 т) [цит. по 4]. Использование биологических методов утилизации токсичных фосфонатов, к которым относится и глифосат, отходов их производства и продуктов разложения, рассматривается российскими и зарубежными специалистами в качестве главной альтернативы физическим и химическим методам защиты окружающей среды от токсикантов этого типа [1, 2].

В этом плане актуальными являются исследования, проводимые вятскими биотехнологами и микробиологами (ВятГУ и ВГСА) и по созданию биологических консорциумов на основе штаммов-биодеструкторов, разработке новых биотехнологических подходов комплексного использования их для уничтожения ксенобиотиков, в том числе фосфонатов, в природных и искусственных средах [5–7].

Практический интерес представляет использование глифосатустойчивых изолятов протеобактерий, выделенных из почвы в местах интенсивного использования глифосата, в биотехнологии деградации фосфонометилглицина.

Целью настоящей работы являлась сравнительная оценка эффективности разложения глифосата почвенными изолятами протеобактерий.

Материалы и методы исследования

Для тестирования чувствительности псевдомонад к глифосату использовали препарат Раундап («Монсанто», США), содержащий 36 % глифосата.

Изоляты микроорганизмов. В работе использованы вновь выделенные изоляты протеобактерий *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas alcaligenes* и ранее выделенный изолят *P. fluorescens* с типичными родовыми и видовыми свойствами, в качестве контролей – ранее описанные изоляты бактерий, выделенные сотрудниками ВятГУ [5, 6].

Питательные среды. Для выращивания микроорганизмов использовали плотную питательную среду, содержащую: картофельный крахмал – 1,0%; соевую муку – 3,0%; $(\text{NH}_4)_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$ – 0,6%; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ – 0,4%; CaCO_3 – 0,8%; K_2HPO_4 – 0,01%; глюкозы – 2,0%; агара – 2%, воды водопроводной до 100% и жидкую среду того же состава – без агара «соевая среда». Для стерилизации сред и почв использовали их автоклавирование при 121 °C в течение 1 часа.

Микробиологические методы

Количественный анализ содержания глифосата в почве и других исследуемых средах определяли методом газо-жидкостной хроматографии на хроматографе Shimadzu – QP 2010 с масс-селективным детектором (химическая ионизация) с использованием в качестве контроля растворов коммерческого препарата Раундап («Монсанто», США). Ионизирующее напряжение – 70 э.в., температура источника ионов 200 °C, в диапазоне массовых чисел 39–520 а.е.м. Хроматографическое разделение производных глифосата проводили на кварцевой капиллярной колонке с фазой Equity («Supelco», США) при температуре от 120 до 290 °C. Температура инжектора составляла 270 °C. Масс-спектрометрией с химической ионизацией подтверждали молекулярную массу глифосата. В качестве газа-реагента использовали метан особой чистоты (99,9995 %). Предел обнаружения метода для глифосата в исследуемых средах составлял 5 нг·см⁻³. Для приготовления растворов, используемых в соответствии с инструкцией к хроматографу, при получении экстрактов из сред и приготовления подвижной фазы использовали реактивы квалификации «ХЧ».

Определение групповой принадлежности почвенных микроорганизмов, определение обсемененности и выделение чистых микробных культур проводили общепринятыми методами [8–12].

В качестве посевного материала использовали двухсуточные культуры бактерий, выращенные на плотной среде при температуре 24–28 °C. Культуры, выросшие на плотной среде, смывали физиологическим раствором и разводили до концентрации $1,5 \cdot 10^9$ бактерий в см³.

В колбы Эрленмейера объемом 500 мл вносили по 62,5; 250,0 и 1000,0 мкл препарата Раундап (22,5;

90,0 и 360,0 мг глифосата), затем готовой жидкой средой доводили объем рабочей смеси в колбах до 140 см³ и вносили по 10,0 см³ исследуемых посевных культур. Конечная концентрация бактерий в среде при посеве составляла $1,0 \cdot 10^8$ протеобактерий в см³, глифосата – 150 и 600 мкг·см⁻³. Выращивание вели при температуре 24–28 °C на шуттеле со скоростью вращения платформы 250 об/мин. Через 24 ч культивирования проводили определение количества живых бактерий в средах путем посева серийных разведений на плотные среды. Родовую и видовую принадлежность выделяемых получаемых микробных культур проводили с использованием идентификационных тест-систем (наборов) МИКРО-ЛА-ТЕСТ, производства PLIVA – Lachema (Чехия) и прилагаемых к ним Code book [12].

Результаты исследования и их обсуждение

Культуры протеобактерий *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas alcaligenes* были выделены и идентифицированы при исследовании микробной обсемененности проб почвы, отобранных на участках сельхозугодий в Оричевском и Нововятском районах Кировской области, которые многократно подвергались воздействию глифосата [5]. При каждой обработке методом распыления расход на 100 м² поля, предназначенного под посев овощных культур и картофеля, в среднем составлял 5 литров водного раствора, содержащего 65–70 мл 36 % глифосата.

В августе 2013 г. было отобрано четыре группы образцов почвы по 5 проб в каждой: 1 группа – образцы почвы, не обрабатываемой ранее гербицидами (контроль почвы перед обработкой глифосатом); 2 группа – образцы почвы, обработанной однократно в июле 2013 г., с последней обработки до взятия пробы прошел один месяц; 3 группа – образцы почвы, обработанной 11 раз в предшествующие пять лет (2008–2012 гг.) в весенне-летний период, при этом с последней обработки прошел год; 4 группа – пробы почвы, обработанной 11 раз в предшествующие пять лет (2008–2012 гг.) в весенне-летний период и дополнительно – однократно в июле 2013 г., с последней обработки до взятия проб прошел один месяц.

Результаты анализов свидетельствовали, что общее количество микроорганизмов менялось в зависимости от количества обработок гербицидом, так, в 1 группе (контрольной) образцов почвы средняя численность микроорганизмов составляла $8 \cdot 10^5$ КОЕ·г⁻¹, в 2–4 группах $5 \cdot 10^2$; $9 \cdot 10^4$; $2 \cdot 10^4$ КОЕ·г⁻¹ соответственно (рис. 1).

Полученные результаты свидетельствуют, что обработка гербицидом почвы приводит к резкому снижению плотности микроорганизмов в ней. Через месяц после однократной обработки глифосатом ко-

личество микроорганизмов в исследуемых образцах почвы было меньше в 1600 раз в сравнении с контрольными. Через год после многократной (11 раз в течение 5 лет) обработки гербицидом содержание микро-

организмов в почве в значительной степени восстановилось, но было ниже, чем в контроле, примерно в 8,9 раза. В этом случае, по-видимому, сказывалось накопление глифосата и продуктов его разложения в почве.

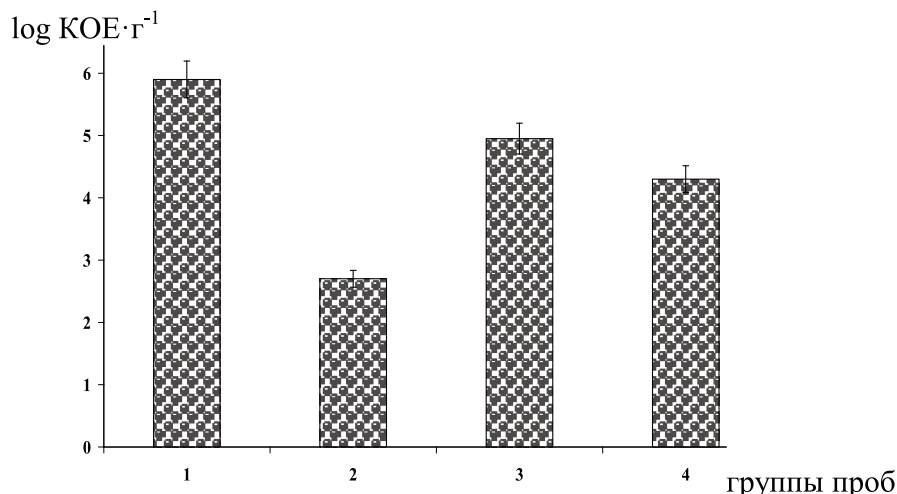


Рис. 1. Содержание общего количества микроорганизмов (log колониеобразующих единиц – log KOE) в 1 г проб почвы:
1 – не подвергавшейся воздействию глифосата (контроль до воздействия гербицидом);
2 – обработанной однократно в июле 2013 г., за месяц до отбора и анализа проб;
3 – подвергавшейся воздействию глифосата 11 раз в течение предшествующих пяти лет (2008–2012 гг.); 4 – подвергавшейся воздействию фосфонометилглицина 11 раз в течение предшествующих пяти лет (2008–2012 гг.) и 1 раз в 2013 г., за месяц до отбора и анализа проб

Результаты определения общего количества микроорганизмов в четвертой группе проб показали, что микрофлора почвы, регулярно подвергавшейся обработке глифосатом, стала устойчива к повторным воздействиям гербицида и быстрее восстанавливалась. Об этом свидетельствуют результаты сравнительного анализа через месяц после обработки глифосатом образцов проб почвы, многократно подвергавшейся воздействию глифосата в предшествующие годы и первично обработанной глифосатом, среднее содержание микроорганизмов в об-

разцах проб почвы группы 4 было в 50 раз выше, чем в образцах почвы группы 2.

В ходе исследований образцов почвы, многократно обработанных глифосатом (12 раз в течение 6 лет), были выделены и идентифицированы по 6 изолятов бактерий видов *Pseudomonas alcaligenes* и 4 изолята *Proteus vulgaris*, которые наряду с ранее выделенными [5] изолятами *P. fluorescens* обладали повышенной устойчивостью к токсическому действию глифосата в сравнении с контрольными лабораторными изолятами, не контактировавшими с гербицидом (табл. 1).

Таблица 1

Распределение изолятов бактерий по уровням устойчивости к глифосату

Видовая принадлежность культур бактерий	Количество изолятов (из числа выделенных), способных к росту в жидкой питательной среде с глифосатом в концентрации..., мкг·см ⁻³			
	0,006	0,025	0,1	0,4
<i>P. alcaligenes</i>	–	1	3	2
<i>Pr. vulgaris</i>	–	2	1	1
<i>P. fluorescens</i> *	–	–	5	2
<i>P. alcaligenes</i> 214**	1	–	–	–
<i>Pr. vulgaris</i> MC 12**	1	–	–	–
<i>P. fluorescens</i> 1457**	1	–	–	–

Примечания: * культуры изолятов, выделенные ранее [5];

** культуры изолятов, ранее не контактировавшие с гербицидом.

При этом 3 из вновь выделенных 10 изолятов *P. alcaligenes* и *Pr. vulgaris* (30 %) были способны к росту в жидкой среде, содержащей 0,4 мкг/см³ глифосата, 4 изолята (40 %) и 3 изолята (30 %) бактерий были способны к росту в жидкой среде, содержащей соответственно 0,1 и 0,025 мкг·см⁻³ фосфометилглицина.

На основе первичных изолятов, устойчивых к 0,4 мкг·см⁻³ глифосата, в результате восьми пересевов культур в жидкой соевой среде с возрастающими концентрациями глифосата и отбора наиболее устойчивых клонов были выделены клоновые культуры *Pr. vulgaris* 3/8, *P. alcaligenes* 5/8

и *P. fluorescens* 047/8 с резистентностью к 50, 110 и 250 мкг·см⁻³ глифосата соответственно (рис. 2).

Как видно из данных, представленных на рис. 2, при равной исходной чувствительности к глифосату нарастание устойчивости к нему у изолята псевдомонад вида *P. fluorescens* происходило более интенсивно, чем у изолята вида *P. alcaligenes* и вульгарного протей. В результате 8 пассажей на средах с возрастающими концентрациями глифосата культура *P. fluorescens* 047/8 повысила уровень устойчивости первичного изолята в 625 раз, в то время как культура *P. alcaligenes* 5/8 – в 275 раз, культура *Pr. vulgaris* 3/8 – в 125 раз.

Уровень устойчивости, мкг·см⁻³

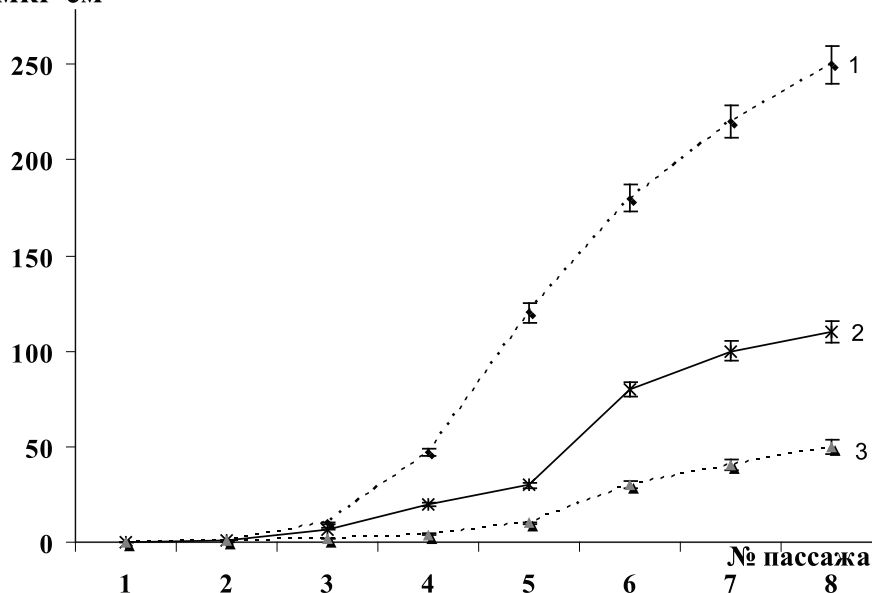


Рис. 2. Изменение уровней устойчивости бактерий в процессе восьми пассажей культур изолятов на среде с возрастающими концентрациями глифосата:

1 – *P. fluorescens* 047/8; 2 – *P. alcaligenes* 5/8; 3 – *Pr. vulgaris* 3/8

На следующем этапе исследований, представлялось целесообразным оценить возможность использования глубинных культур полученных вариантов в процессах деструкции глифосата в лабораторных условиях глубинного культивирования и при их интродукции в контаминированную данным гербицидом почву.

При глубинном культивировании всех трех исследуемых культур и их исходных изолятов в «соевой среде» без гербицида при посевной концентрации $1,0 \cdot 10^8$ КОЕ·см⁻³ через сутки их концентрация составляла $(4,9-6,2) \cdot 10^9$ КОЕ·см⁻³ (табл. 1). Внесение в среду 150 мкг·см⁻³ глифосата сопровождалось снижением

исходной концентрации бактерий после засева в случае культур вариантов *Pr. vulgaris* 3/8 и *P. alcaligenes* 5/8 до $0,3 \cdot 10^6$ и $0,4 \cdot 10^8$ КОЕ·см⁻³, при этом концентрация глифосата в среде, снижалась на 26,7–50,0%. Культура *P. fluorescens* 047/8 была способна расти на среде содержащей 150 мкг·см⁻³ гербицида, при этом она способствовала инактивации за сутки 90% гербицида, хотя концентрация бактерий повысилась за сутки только до $3,8 \cdot 10^9$ КОЕ·см⁻³, что в 1,6 раз ниже, чем в среде без глифосата. Следует отметить, что 6,7% глифосата в контрольных средах инактивировалось без участия бактерий и при высевах исходных изолятов (табл. 2).

Таблица 2

Инактивация глифосата в жидкой «соевой среде»
при глубинном культивировании протеобактерий

Микроорганизм	Концентрация глифосата в жидкой среде, мкг·см ⁻³		Содержание живых бактерий в среде через 24 ч, КОЕ·см ⁻³
	исходная	после культивирования (% от исходной)	
<i>P. fluorescens</i> 047/8	0	0	6,2·10 ⁹
	150	15 (10,0)	3,8·10 ⁹
	600	200 (33,3)	0
<i>P. fluorescens</i> 047 (исходный изолят)	0	0	6,1·10 ⁹
	150	140 (93,3)	0
<i>P. alcaligenes</i> 5/8	0	0	4,9·10 ⁹
	150	75 (50,0)	0,4·10 ⁸
	600	450 (75)	0
<i>P. alcaligenes</i> 5 (исходный изолят)	0	0	4,7·10 ⁹
	150	140 (93,3)	0
<i>Pr. vulgaris</i> 3/8	0	0	5,7·10 ⁹
	150	110 (73,3)	0,3·10 ⁶
	600	510 (85,0)	0
<i>Pr. vulgaris</i> 3 (исходный изолят)	0	0	5,5·10 ⁹
	150	140 (93,3)	0
Контроль (инактивация гербицида в среде без бактериальных культур)	150	140 (93,3)	—
	600	560 (93,3)	—

Далее был поставлен эксперимент по контаминации образцов стерильной почвы (рН 6,7) глифосатом из расчета 2400 мкг·см⁻³ с последующей инокуляцией в нее глубинной культуры *P. alcaligenes* 5/8, выращенной в «соевой среде» с 150 мкг·см⁻³ глифосата, до конечной концентрации в почве 1,0·10⁸ КОЕ·см⁻³. В качестве контроля была использована та же почва без инокуляции микробной культуры. Уже через 5 часов после инокуляции глифосата в почве с внесенной в нее культурой *P. alcaligenes* 5/8 глифосат не определялся, в то время как в контрольных образцах его содержание в этот период снизилось за счет связывания частицами почвы, действия почвенных солей и других факторов только до 1200–1400 мкг·см⁻³.

Следует отметить, что период нормального полураспада глифосата в почве в зависимости от типа почв, как было установлено специалистами US EPA, находится составляет от 3 до 130 дней [13].

Выводы

1. В результате 8 пассажей на средах с возрастающими концентрациями глифосата получены варианты *Pr. vulgaris* 3/8, *P. alcaligenes* 5/8 и *P. fluorescens* 047/8 с резистентностью к 50, 110 и 250 мкг·см⁻³

глифосата, что превышает уровни устойчивости первичных изолятов (исходных культур) в 125; 275 и 625 раз соответственно.

2. Инокуляция культуры варианта *P. alcaligenes* 5/8 в концентрации 1,0·10⁸ КОЕ см⁻³ в стерильные образцы почвы, содержащей 2400 мкг·см⁻³ глифосата, привела к тому, что гербицид в почве не определялся уже через 5 часов, что свидетельствует о возможности создания с использованием данной глифосатрезистентной культуры специальных препаратов для ремедиации загрязненных этим ксенобиотиком почв.

Список литературы

1. Бакулин В.М. Выделение бактерий рода *Pseudomonas* из почвы, загрязненной ксенобиотиком фосфометилглицином / В.М. Бакулин, Е.А. Мартинсон, М.К. Бакулин, Н.С. Мячина, Ю.С. Овсянников // Ветеринарная медицина. – 2012. – № 1. – С. 9–11.
2. Бакулин М.К. Интенсификация биodeградации нефти и нефтепродуктов под влиянием перфтордекалина // Прикл. биохимия и микробиология. – 2004. – Т. 40, № 3. – С. 317–322.
3. Бакулин М.К. Влияние перфтордекалина и карбогала на рост микроорганизмов-нефтедеструкторов в ассоциации с азотобактером на жидкой синтетической среде с нефтью / М.К. Бакулин, А.Ю. Плетнева, А.С. Грудцына, Л.В. Бакулина // Биотехнология. – 2006. – № 6. – С. 44–50.
4. Виноградский С.Н. Микробиология почв. – М.: Изд-во АН СССР, 1952. – 370 с.

5. Ефременко Е.Н. Экологически безопасная биодegradация реакционных масс, образующихся при уничтожении фосфорорганических отравляющих веществ // Е.Н. Ефременко, Н.В. Завьялова, Д.А. Гудков, И.В. Лягин и др. // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). – 2010. – Т. 54, № 4. – С. 19–24.
6. Жариков М.Г. Изучение влияния глифосатсодержащих гербицидов на агроценоз / М.Г. Жариков, Ю.Я. Спиридонов // Агрохимия. – 2008. – № 8. – С. 81–89.
7. Звягинцев Д.Г. Биология почв / Д.Г. Звягинцев, И.П. Бабьева, Г.М. Зенова. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 445 с.
8. Кононова С.В. Фосфонаты и их деградация микроорганизмами / С.В. Кононова, М.А. Несмеянова // Биохимия. – 2002. – Т. 67, Вып. 2. – № 6. – С. 220–233.
9. Кузнецова Е.М. Глифосат: поведение в окружающей среде и уровни остатков / Е.М. Кузнецова, В.Д. Чмиль // Современные проблемы токсикологии. – 2010. – № 1. – С. 87–95.
10. Клисенко М.А. Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде. Справочник в 2 т. // М.А. Клисенко, А.А. Калинина, Г.А. Холькова. – М.: Колос, 1992. – Т. 1. – 567 с.
11. ЛАХЕМА, Брно, Чешская Республика: diagnostics@lachema.cz, http://www.lachema.cz.
12. Pesticide Fact Handbook: US EPA. Noyes Data Corporation // Park Ridge, New Jersey. – 1990. – Vol. 2. – P. 301–312.
13. Evans, C.G.T. Methods in Microbiology // C.G.T. Evans, D. Herbert, D. Tempest. – 1970. – P. 277–327.
14. А.Ю. Плетнева, А.С. Груд-цына, Л.В. Бакulina // Биотехнология. 2006, no. 6. pp. 44–50.
15. 4. Vinogradskij S.N. Mikrobiologija pochvy // M.: Izd-vo AN SSSR, 1952. 370 p.
16. 5. Efremenko E.N. Jekologicheski bezopasnaja biodegradacija reak-cionnyh mass, obrazujushhihsja pri unichtozhenii fosfororganicheskikh otrav-ljajushhih veshhestv // E.N. Efremenko, N.V. Zav'jalova, D.A. Gudkov, I.V. Ljagin i dr. // Ros. him. zh. (Zh. Ros. him. ob-va im. D.I. Mendeleeva). 2010, T.54, no. 4. pp. 19–24.
17. 6. Zharikov M.G. Izuchenie vlijanija glifosatsoderzhashhih gerbici-dov na agrocenoz / M.G. Zharikov, Ju.Ja. Spiridonov // Agrohimiya. 2008. no. 8. pp. 81–89.
18. 7. Zvjagincev D.G. Biololgiya pochv / D.G. Zvjagincev, I.P. Bab'eva, G.M. Zenova // M.: Izd-vo MGU, 2005. 445 p.
19. 8. Kononova S.V. Fosfonaty i ih degradacija mikroorganizma-mi / S.V. Kononova, M.A. Nesmejanova // Biohimiya. 2002, T. 67, Vyp. 2, no. 6. pp. 220–233.
20. 9. Kuznecova E.M. Glifosat: povedenie v okruzhajushhej srede i urovni ostatkov / E. M. Kuznecova, V.D. Chmil' // Sovremennye problemy toksikologii. 2010, no. 1. pp. 87–95.
21. 10. Klisenko M.A. Metody opredelenija mikrokolichestv pesti-cidov v produktah pitaniya, kormah i vneshnej srede. Spravochnik v 2 t // M.A. Klisenko, A.A. Kalinina, G.A. Hol'kova // M.: Kolos, 1992. T 1. 567 p.
22. 11. LAHEMA, Brno, Cheshskaja Respublika: diagnostics@lachema.cz, http://www.lachema.cz.
23. 12. Pesticide Fact Handbook: US EPA. Noyes Data Corporation. Park Ridge, New Jersey, 1990. Vol. 2. pp. 301–312.
24. 13. Evans, C.G.T. Methods in Microbiology // C.G.T. Evans, D. Herbert, D. Tempest // 1970. pp. 277–327.

References

Рецензенты:

Кузнецов С.М., д.м.н., начальник лаборатории промышленных микроорганизмов, ЗАО «Маркетинг-Бюро», г. Киров;
 Погорельский И.П., д.м.н., профессор, ведущий научный сотрудник НИЦ ФГКУ «48 ЦНИИИ» Минобороны России, г. Киров.
 Работа поступила в редакцию 28.07.2014.

УДК 577.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЙСТВИЯ ПРЕОБРАЗОВАННОГО СОЛНЕЧНОГО СВЕТА НА ГИПЕРТЕНЗИВНЫХ КРЫС

¹Санталова И.М., ²Захарова Н.М., ¹Фахранурова Л.И., ²Аверин А.С.,
²Рогачевский В.В., ¹Храмов Р.Н.

¹ФГБУН «Институт теоретической и экспериментальной биофизики
Российской академии наук», Пушкино, e-mail: LFakhranurova@gmail.com;
²ФГБУН «Институт биофизики клетки Российской академии наук», Пушкино

Исследовано действие солнечного света, преобразованного с помощью экранов, состоящих из люминофорсодержащих материалов, на гипертензивных крыс линии SHR. Показано, что после курса облучения крыс происходит значительное увеличение объемов саркоплазматического ретикулума миокарда и параллельно с этим укорачиваются временные параметры динамики сокращения сердечной мышцы, что косвенно указывает на повышение скорости обмена кальция в кардиомиоцитах. Мы полагаем, что нормализация структурных и физиологических показателей миокарда гипертензивных крыс обусловлена, вероятно, увеличением буферной емкости саркоплазматического ретикулума, а также активацией Ca^{2+} –АТФазы ретикулума. Выявленные также качественные и количественные изменения в соотношениях капилляров, миофибрилл и митохондрий в миоцитах указывают на развитие адаптивно-компенсаторных процессов, ведущих к активизации биосинтетических процессов и возрастанию энергетического потенциала сердечной мышцы, что способствует увеличению ее функциональных возможностей.

Ключевые слова: светопреобразующие материалы, ритмоинотропные характеристики миокарда, морфометрические показатели миокарда

RESEARCH OF EFFECTS TRANSFORM SUNLIGHT IN HYPERTENSIVE RATS

¹Santalova I.M., ²Zakharova N.M., ¹Fakhranurova L.I., ²Averin A.S.,
²Rogachevskiy V.V., ¹Khramov R.N.

¹Institute of Theoretical and Experimental Biophysics of RAS, Pushchino,
e-mail: LFakhranurova@gmail.com;
²Institute of Cell Biophysics of RAS, Pushchino

We have done the action of sunlight converted by using screens, consisting of luminophore containing materials on hypertensive rats SHR. It is shown that after a course of irradiation in rats there is a significant increase in the sarcoplasmic reticulum of cardiomyocytes, and with it, reduced development time parameters of contraction of the heart muscle, which indirectly indicates the increase in the rate of calcium metabolism in cardiomyocytes. We suppose that the normalization of the structural and physiological parameters of myocardial hypertensive rats is probably due, increase the buffer capacity of the sarcoplasmic reticulum, as well as the activation of reticulum's Ca^{2+} –ATPase. Identified, in addition, qualitative and quantitative changes in the ratios of capillaries, myofibrils and mitochondria in myocytes indicate the development of adaptive and compensatory processes leading to activation of biosynthetic processes and high energy potential of the heart muscle, also increases its functionality.

Keywords: light transforming materials, rhythmoinotropic characteristics of myocardium, morphometric parameters of myocardium

Фототерапия, или терапия светом, существовала всегда. Еще в древнем Египте, например, существовал специальный храм, посвященный «всеисцеляющему лекарю» – солнечному свету. Однако наличие в его спектре опасного УФ излучения приводит к преждевременному старению, иммуносупрессии и раку кожи [8, 14]. Стратегия «полезного солнца» основывается на использовании новых материалов, специальных пленок-экранов, в состав которых введены мельчайшие частицы – субмикронные фотолюминофоры [6], которые не только поглощают негативное для организмов УФ излучение, но преобразуют его в оранжево-красную часть спектра, обладающего биостимулирующим действием [1, 7]. Использование таких материалов, содержащих фотолюминофоры, как мы показали ранее, обеспечило достижение позитивных

результатов за счет преобразованного солнечного света на организм мышей линии CD-1 [6].

Целью данной работы было изучение действия солнечного света, преобразованного с помощью новых светопреобразующих материалов? на функциональные и структурные характеристики клеток сердечной мышцы гипертензивных крыс линии SHR.

Материал и методы исследования

Исследование проводилось на самцах гипертензивных крыс линии SHR (Spontaneously Hypertensive Rat) и нормотензивных крыс WKY (Wistar Kyoto), выращенных в питомнике лабораторных животных «Пушино» Филиала Института биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова и содержащихся в стандартных условиях при свободном доступе к пище и воде. Работа проведена

на 15 крысах SHR (3 мес., вес 300 ± 50 г), 5 крысах Wistar-Kyoto (3 мес., вес 300 ± 50 г). У гипертензивных крыс наблюдалось стабильное повышенное артериальное давление (175 ± 9 мм рт.ст.), в отличие от нормотензивных крыс с давлением 115–130 мм рт.ст. У всех животных удаляли шерсть со спины площадью 4×6 см.

В качестве источника искусственного солнечного света использовали осветитель ЛОС-1 с ксеноновой лампой (мощность 150W). Для получения преобразованного солнечного света его пропускали через светопреобразующий экран на основе поликарбонатного пластика, покрытого слоем мелкодисперсного фотолуминофора $Y_{1.9}Eu_{0.1}O_{2.5}$, который трансформировал часть ультрафиолета в дополнительную оранжево-красную люминесцентную компоненту с $\lambda_{\text{max}} = 626$ нм. Крысы были разбиты на четыре группы. Первую группу сформировали контрольные нормотензивные WKY (контроль I), вторую – контрольные гипертензивные SHR (контроль II). В третьей группе крыс SHR облучали солнечным светом без УФ-компоненты (СС-УФ, опытная группа III; $30,6$ Дж/см²), в четвертой группе – преобразованным солнечным светом (ПСС; опытная группа IV; $31,1$ Дж/см²). Во время облучения животные находились в ограниченном пенале. Облучали ежедневно по 30 мин в день в течение 16 дней. Для устранения теплового эффекта был применен тепловой фильтр.

Выделенную из миокарда правого желудочка папиллярную мышцу помещали в термостатируемую ($30 \pm 1^\circ\text{C}$) проточную камеру с физиологическим раствором (рН 7,4). Раствор оксигенировали карбогеном: O_2 (95 %) и CO_2 (5 %). Выделение папиллярных мышц, стимуляцию и регистрацию изометрических мышечных сокращений на базовой частоте 0,3 Гц проводили по ранее описанной методике [3]. Изменялись кинетические параметры сокращения: время достижения максимума сокращения, время полурасслабления. Для гистологического и электронно-микроскопического изучения выделяли ткани из субэндокардиального отдела левого желудочка миокарда. Полученные образцы обрабатывали по общепринятой методике и заливали в эпон-812. Полутонкие срезы, ориентированные поперечно, окрашивали гематоксилином и эозином. На светооптическом уровне с помощью микроскопа NU-2E определяли относительную площадь капилляров (%), число капилляров на 1 мм^2 среза, площадь сечения капилляров (мкм²). Ультратонкие срезы, ориентированные поперечно, изготавливали на ультратоме LKB-3 и контрастировали уранилацетатом и цитратом свинца. Срезы просматривали в электронном микроскопе JEOL 1010 при увеличении 10000. В процессе ультраструктурного анализа основное внимание уделяли изменениям в структуре саркоплазматического ретикулула. Измеряли также относительную площадь миофибрилл и относительную площадь митохондрий.

Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью программы Microsoft Excel, SigmaPlot 11.0. Оценку достоверности результатов проводили по критерию Стьюдента, Манни – Уитни, Пирсона.

Результаты исследования и их обсуждение

Папиллярные мышцы миокарда экспериментальных животных (крыс, морских свинок) являются удобной моделью

для изучения сократительной активности сердца при различных воздействиях. Исследуемыми параметрами изометрического сокращения папиллярных мышц в наших экспериментах являлись кинетические характеристики сокращения, а именно, время достижения максимума сокращения и время полурасслабления. Поскольку известно, что саркоплазматический ретикулум является ключевым регулятором электрохимического сопряжения в сердечной мышце, то об эффективности работы саркоплазматического ретикула можно косвенно судить по временным характеристикам развития сокращения мышцы [9].

В результате экспериментов было установлено, что кинетические параметры изометрических сокращений папиллярной мышцы у контрольной SHR группы превышают значения, полученные у нормотензивных крыс WKY группы, что обычно характерно для крыс линии SHR (рисунок) [13].

Хроническое облучение крыс SHR группы искусственным солнечным светом (СС-УФ) выявило дальнейшее увеличение временных параметров сокращения папиллярной мышцы ($p < 0,05$).

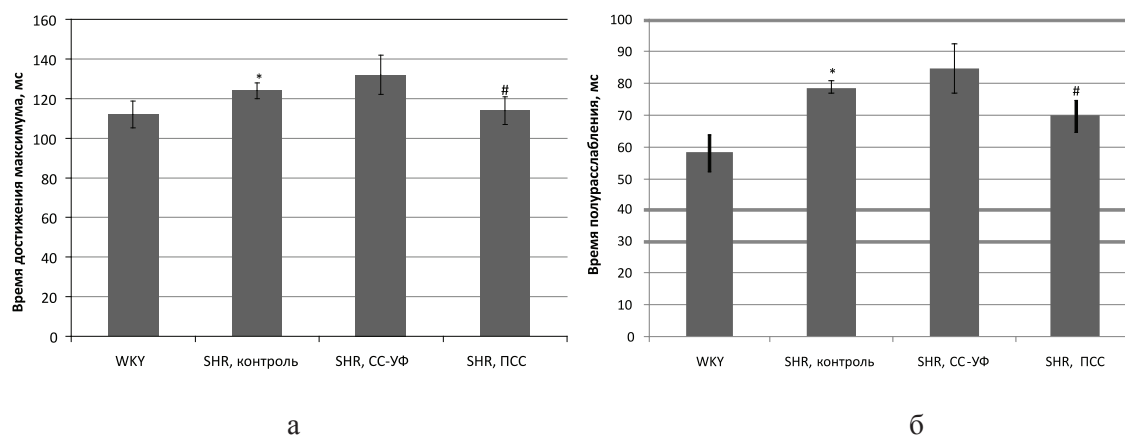
Длительное воздействие преобразованным светом у крыс (опытная группа IV; ПСС) показало уменьшение времени достижения максимума сокращения и времени расслабления более чем на 20 % относительно показателей, полученных у нативных гипертензивных крыс (контроль II). Таким образом, данное воздействие значительно нормализовало сократительную активность папиллярных мышц крыс SHR, достоверно приближая их функциональные значения к кинетическим характеристикам мышц нормотензивных крыс, полученных в наших исследованиях ($p < 0,05$).

На светооптическом уровне было выявлено, что у крыс SHR имеются значительные отличия в структуре сердечной мышцы по сравнению с нормотензивными крысами. В первую очередь отмечается низкий уровень капилляризации, что согласуется с литературными данными [2]. Число капилляров снижено почти на 30 %, также существенно ниже средняя площадь сечения капилляров (табл. 2).

Электронно-микроскопическое изучение кардиомиоцитов левого желудочка клеток сердечной мышцы выявило, что у нативных гипертензивных крыс линии SHR (контроль II) имеются значительные отличия в структуре сердечной мышцы по сравнению с нормотензивными крысами WKY. Особенно это различие было заметно в структуре саркоплазматического ретикула. Он имел недостаточное развитие

и был представлен короткими канальцами и малочисленными цистернами, а его относительная площадь в миоцитах гипертензивных крыс была почти в 3 раза меньше по сравнению с нормотензивными живот-

ными ($p < 0,005$). Также была снижена относительная площадь митохондрий на 14% ($p < 0,05$). Эти данные согласуются с результатами, полученными нами в предыдущих экспериментах [6].



*Временные характеристики изометрического сокращения папиллярной мышцы:
а – время достижения максимума; б – время полурасслабления. * – сравнение значений
между WKY и SHR, контроль; # – сравнение значений SHR, контроль, и SHR, облученными
преобразованным солнечным светом ($p < 0,05$, U-критерий; $M \pm \sigma$)*

Продолжительное облучение крыс SHR солнечным светом без УФ-компоненты (СС-УФ) заметно повлияло на структуру кардиомиоцитов. Были обнаружены выраженные изменения ультраструктуры митохондрий и миофилламентов, свидетельствующие об их гиперфункции с признаками патологического сдвига (табл. 1). Наблюдался некоторый отёк миофибрилл, их разволокнение, ход миофилламентов менялся от продольного к косому, относительная площадь миофибрилл заметно снижалась на 25% ($p < 0,005$). В противоположность этому, относительная площадь митохондрий увеличивалась (на 20%, $p < 0,005$), однако в структуре многих митохондрий встречались патологические изменения: набухание, разрывы внутренней и внешней мембран с частичной деградацией митохондрий. Обнаруженные изменения ультраструктуры митохондрий и миофилламентов свидетельствуют об их гиперфункции. Так же увеличивалась относительная площадь саркоплазматического ретикулума (на 20%, $p > 0,05$). Эти данные отражают повышенную функциональную активность кардиомиоцитов и свидетельствуют об отрицательном воздействии продолжительного курса облучения искусственным солнечным светом на организм животных.

Облучение гипертензивных крыс SHR преобразованным солнечным светом положительно повлияло на структуру кардиомиоцитов (табл. 1).

Как видно из табл. 2, у контрольных крыс SHR площадь, занимаемая капиллярами, количество капилляров на единицу площади среза и средняя площадь сечения капилляров были достоверно ниже по отношению к показателям нормотензивных животных. После облучения ПСС у крыс достоверно увеличиваются все три показателя. Между числом капилляров на единицу площади и площадью сечений капилляров наблюдается слабая отрицательная связь ($P = -0,392$, $p > 0,05$), что может свидетельствовать о большем вкладе неангиогенеза в увеличение процентного отношения площади, занимаемой капиллярами, чем о вкладе увеличения диаметра капилляров или увеличения числа открытых капилляров после облучения ПСС. Интересно, что стимуляцию неоваскулогенеза часто наблюдают после облучения красным светом лазера [5, 15].

Ультраструктурный анализ показал, что облучение преобразованным солнечным светом привело к увеличению относительной площади митохондрий (на 11%, $p > 0,05$) и улучшению их морфологического состояния. Отмечались скопления митохондрий, преимущественно небольшого размера, в центральных областях клеток и околоядерной зоне. Предполагается, что это свидетельствует об активизации процессов биосинтеза в клетках [5]. Хотя мы не обнаружили увеличения относительной площади профилей миофилламентов по отношению к значениям, полученным у кон-

трольных крыс, следует отметить практически полное отсутствие патологических изменений в их структуре. Основное изме-

нение претерпевала структура саркоплазматического ретикулума, его размеры увеличились более чем в 2 раза ($p < 0,001$).

Таблица 1

Количественная морфологическая характеристика паренхиматозно-стромальных взаимоотношений миокарда крыс ($M \pm m$)

Параметр	WKY (I)	SHR (II)	SHR (III)	SHR (IV)
Относительная площадь миофибрилл, $\text{мкм}^2/\text{мкм}^2$	$0,40 \pm 0,03$	$0,43 \pm 0,05$	$0,33 \pm 0,07^{3*}$	$0,43 \pm 0,07$
Относительная площадь митохондрий, $\text{мкм}^2/\text{мкм}^2$	$0,27 \pm 0,02$	$0,23 \pm 0,06^{1*}$	$0,29 \pm 0,06^{3*}$	$0,26 \pm 0,04$
Относительная площадь саркоплазматического ретикулума, $\text{мкм}^2/\text{мкм}^2$	$0,028 \pm 0,010$	$0,009 \pm 0,003^{1**}$	$0,012 \pm 0,003^{2**}$	$0,021 \pm 0,004^{4,5**}$

Примечания:

* – уровень значимости $p < 0,05$; ** – уровень значимости $p < 0,001$, t-критерий

¹ – сравнение значений в группах крыс WKY и SHR II

² – сравнение значений в группах крыс WKY и SHR III

³ – сравнение значений в группах крыс SHR II и SHR III

⁴ – сравнение значений в группах крыс SHR II и SHR IV

⁵ – сравнение значений в группах крыс SHR III и SHR IV

Таблица 2

Анализ капилляров субэндокарда левого желудочка крыс

Показатель	WKY	SHR, контроль	SHR, ПСС
Относительная площадь капилляров, %	$6,5 \pm 0,9$	$4,2 \pm 0,6$	$6,3 \pm 0,7^*$
Число капилляров на 1 мм^2 среза	$1960,8 \pm 53,0$	$1781,8 \pm 147,0$	$2029,5 \pm 195,0^*$
Площадь сечения капилляров, мкм^2	$22,5 \pm 1,0$	$19,9 \pm 0,4$	$23,4 \pm 0,7^*$

Примечание. * – достоверная разница по сравнению с контролем ($p < 0,05$; X критерий).

Таким образом, мы обнаружили, что в результате продолжительного воздействия искусственного солнечного света (СС-УФ) наблюдаются патологические изменения в ультраструктуре кардиомиоцитов, сопровождающиеся пролонгированием кинетических характеристик мышечного сокращения, что характерно, в частности, для стареющих гипертензивных крыс *in situ* [10]. В отличие от этого, воздействие преобразованным солнечным светом (ПСС) улучшает ультраструктурные характеристики кардиомиоцитов гипертензивных животных, в частности, происходит значительное увеличение объемов саркоплазматического ретикулума, и параллельно с этим сокращаются временные параметры сокращения, что косвенно указывает на повышение скорости обмена кальция в клетке [12].

Как известно, саркоплазматический ретикулум активно регулирует гомеостаз ионов кальция и поскольку установлено, что у крыс и мышей основной вклад в регуля-

цию силы сокращения сердечной мышцы вносит именно кальций ретикулума [9], увеличение его буферных возможностей может иметь дополнительное положительное влияние на процессы сокращения-расслабления в сердечной мышце [11]. Возможно также, что облучение оранжево-красным светом улучшает работу Ca^{2+} –АТФазы ретикулума, как это было обнаружено в экспериментах с низкоинтенсивным лазерным облучением [4].

Таким образом, мы установили, что облучение оранжево-красным светом, полученным путем трансформации УФ-компоненты через специальный светопреобразующий экран, оказывает положительное влияние на структурно-функциональные характеристики в клетках сердечной мышцы гипертензивных крыс линии SHR, и хорошо согласуется с результатами, полученными нами ранее в экспериментах на мышцах [6].

Работа выполнена при поддержке стипендии Президента (СП-6350.2013.4).

Список литературы

1. Байбеков И.М., Косимов А.Л., Козлов В.И., Му-
саев Э.М., Самойлов Н.Т. Морфологические основы низко-
интенсивной лазеротерапии. – Ташкент: Изд-во Ибн-Сины,
1991. – 216 с.
2. Дроздова Г.А., Мустаца В.Ф., Пасечник А.В. Функ-
ционально-морфологическая характеристика регрессии ги-
пертрофии миокарда при применении нифедипина // Вест-
ник РУДН. – 2006. – № 3. – С. 50–56.
3. Накипова О.В., Гайнуллин Р.З., Андреева Л.А., Саф-
ронова В.Г., Косарский Л.С., Колаева С.Г., Соломонов Н.Г.,
Кукушкин Н.И. Влияние инсулина на миокард активного, ги-
бернирующего и пробуждаемого суслика *Citellus undulatus* //
Биофизика. – 2000. – Т. 45, вып. 2. – С. 344–355.
4. Олесин А.И., Максимов В.А., Мажара Ю.П., Павло-
ва Р.Н., Лобанов Н.А., Дьячук Г.И. Биологическое действие
лазерного излучения на функциональное состояние кардио-
миоцитов // Журнал патол. физиологии и Экспер. терапии. –
1992. – № 5–6. – С. 17–20.
5. Самойлов Н.Г. Морфологические основы лазерной
терапии / Низкоинтенсивная лазерная терапия; под ред.
С.В. Москвина, В.А. Буйлина. – М.: Техника. – 2000. – С. 95–114.
6. Санталова И.М., Захарова Н.М., Храмов Р.Н., Краев И.В.,
Мурашев А.Н., Аверин А.С., Фахранурова Л.И. Стратегия
«Полезное солнце» повышает физическую работоспособ-
ность и вызывает адаптивные структурные перестройки
в миокарде мышей // Биофизика. – 2008. – Т. 53, вып. 5. –
С. 879–885.
7. Alturi P., Panlilio C.M., Liao G.P., Suarez E.E., McCor-
mick R., Hiesinger W., Cohen J.E., Smith M.J., Patel A.B., Feng W.,
Woo Y.J. Transmyocardial revascularization to enhance myocar-
dial vasculogenesis and hemodynamic function // J Thorac Car-
diovasc Surg. – 2008. – Vol. 135 (2). – P. 283–291.
8. Armstrong B.K., Krickler A. The epidemiology of
UV induced skin cancer // J Photochem Photobiol. – 2001. –
Vol. 63(1–3). – P. 8–18.
9. Bers D.M. Calcium fluxes involved in control of cardiac
myocyte contraction // Circ Res. – 2000. – Aug 18;87(4). – P. 275–81.
10. Cohen ME, Bing OH Performance of papillary muscles
from the aging spontaneously hypertensive rat: temporal changes
in isometric contraction parameters // Proc Soc Exp Biol Med. –
1987 Jul. – 185(3), P. 318–24.
11. Mill J.G., Vassallo D.V., Leite C.M. Mechanisms un-
derlying the genesis of post-rest contractions in cardiac muscle //
Braz J Med Biol Res. – 1992. – Vol. 25. – № 4. – P. 399–408.
12. Penefsky Z.J. The determinants of contractility in the heart //
Comp Biochem Physiol. – 1994. – Vol. 109 A, № 1. – P. 1–22.
13. Perez G., Petroff M., Mattiazzi A. Rested-state contrac-
tions and rest potentiation in spontaneously hypertensive rats //
Hypertension. – 1993. – Vol. 22. – P. 306–314.
14. Phan T.A., Halliday G.M., Barnetson R.S., Da-
mian D.L. Spectral and dose dependence of ultraviolet radiation-
induced immunosuppression // Front Biosci. – 2006. – Vol. 11. –
P. 394–411.

15. Zhang W., Wu C., Pan W., Tian L., Xia J. Low-power
Helium-Neon laser irradiation enhances the expression of VEGF
in murine myocardium // Chinese Medical Journal. – 2004. – 117
(10). – P. 1476–1480.

References

1. Baybekov I.M., Kosimov A.L., Kozlov V.I., Mu-
saev Je.M., Samoylov N.T. Morphologicheskoe osnovi nizkoin-
tensivnoi lazeroterapii. Tashkent, izd-vo Ibn-Siny, 1991, 216 p.
2. Drozdova G.A., Mustyatca V.F., Pasechnik A.V. *Vestnik
RUDN*, 2006, no. 3, pp. 50–56.
3. Nakipova O.V., Gaynullin R.Z., Andreeva L.A., Saf-
ronova V.G., Kosarskiy L.S., Kolaeva S.G., Solomonov N.G.,
Kukushkin N.I. *Biofizika*, 2000, T. 45, vyp. 2, pp. 344–355.
4. Olesin A.I., Maksimov V.A., Mazhara Ju.P., Pavlova R.N.,
Lobanov N.A., Dyachuk G.I. *Zhurnal Patologicheskoy fiziologii
i jeksperimentalnoj terapii*, 1992, no. 5–6, pp. 17–20.
5. Samoylov N.G. Morphologicheskoe osnovi lasernoi tera-
pii. M., Tekhnika, 2000, pp. 95–114.
6. Santalova I.M., Zakharova N.M., Khranov R.N.,
Kraev I.V., Murashev A.N., Averin A.S., Fakhranurova L.I. *Bio-
fizika*, 2008, T.53, vyp.5, pp. 879–885.
7. Alturi P., Panlilio C.M., Liao G.P., Suarez E.E., McCor-
mick R., Hiesinger W., Cohen J.E., Smith M.J., Patel A.B., Feng W.,
Woo Y.J. *J Thorac Cardiovasc Surg.*, 2008, Vol. 135 (2), pp. 283–
291.
8. Armstrong B.K., Krickler A. *J Photochem Photobiol.*,
2001, Vol. 63(1–3), pp. 8–18.
9. Bers D.M. *Circ Res.*, 2000, Aug 18, 87(4), pp. 275–81.
10. Cohen ME, Bing OH *Proc Soc Exp Biol Med.*, 1987
Jul;185(3), pp. 318–24.
11. Mill J.G., Vassallo D.V., Leite C.M. *Braz J Med Biol
Res.*, 1992, Vol. 25, no. 4, pp. 399–408.
12. Penefsky Z.J. *Comp Biochem Physiol*, 1994, V. 109 A,
no. 1, pp. 1–22.
13. Perez G., Petroff M., Mattiazzi A. *Hypertension*, 1993,
Vol. 22, pp. 306–314.
14. Phan T.A., Halliday G.M., Barnetson R.S., Da-
mian D.L. *Front Biosci.*, 2006, Vol. 11, pp. 394–411.
15. Zhang W., Wu C., Pan W., Tian L., Xia J. *Chinese Med-
ical Journal*, 2004, 117 (10), pp. 1476–1480.

Рецензенты:

Павлик Л.Л., д.б.н., ФГБУН «Инсти-
тут теоретической и экспериментальной
биофизики Российской академии наук»,
г. Пушкино;

Гапеев А.Б., д.ф.-м.н., профессор,
ФГБУН «Институт биофизики клетки
РАН», г. Пушкино.

Работа поступила в редакцию 28.07.2014.

УДК 551.422

ОСОБЕННОСТИ КЛИМАТИЧЕСКОЙ АСИММЕТРИИ В БАСЕЙНАХ МАЛЫХ ВОДОТОКОВ НА КУРИЛЬСКИХ ОСТРОВАХ

Макарова Т.Р.*ФГБУН «Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения Российской академии наук», Владивосток, e-mail: mctatiana@mail.ru*

Одной из морфологических характеристик рельефа является асимметрия склонов речных долин и водосборных бассейнов. Асимметрия, обусловленная климатическими процессами, фиксирует неравномерность поступления суточного, сезонного, годового тепла и влаги на склоны разной экспозиции. В статье рассмотрено распределение типов и вариантов климатической асимметрии на Курильских островах в бассейнах водотоков I порядка. На крупных островах в целом преобладают крутые склоны южной, юго-восточной и юго-западной экспозиций. Это южный тип климатической асимметрии. Северный тип асимметрии встречается на небольших островах. Асимметрия водосборных бассейнов низкопорядковых водотоков, скорее всего, является реликтовой, то есть начала формироваться вскоре после образования водосборных бассейнов, отражая различия в активности процессов на склонах разной экспозиции.

Ключевые слова: климатическая асимметрия, бассейны малых долин, Курильские острова

CHARACTERISTIC OF THE CLIMATIC ASYMMETRY IN THE BASINS OF SMALL STREAMS ON KURIL ISLANDS

Makarova T.R.*Pacific Institute of Geography, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences,
Vladivostok, e-mail: mctatiana@mail.ru*

One of the relief morphological features is the asymmetry of the river valley slopes and drainage basins. The asymmetry, governed by the climatic processes, fixes the irregularity of distribution of the daily, yearly, and seasonal heat and moisture on the slopes of different exposition. In article consider the distribution of types and variations of climate asymmetry in the Kuril Islands in the basins of watercourses I order. Steep slopes of the south, south-west and south-east expositions predominate on the large islands. This is a south type of climatic asymmetry. North type of climatic asymmetry is found on the small islands. Asymmetry is rather relict, i.e. it began to develop soon after the drainage basins had been formed, reflecting the differences in the process activity on the slopes of different exposure.

Keywords: climatic asymmetry, basins of small streams, Kuril Islands

Одной из морфологических характеристик рельефа является асимметрия склонов речных долин и водосборных бассейнов, наиболее ярко проявляющаяся в разной их крутизне. Различия в крутизне определяют отличия склоновых и флювиальных процессов, климата, почвенно-растительного покрова на склонах противоположных экспозиций и в конечном итоге влияют на устойчивость природной системы в целом. Причины возникновения асимметрии разнообразны: сила вращения Земли, климат, геологическое строение, топографический наклон поверхности, гидрология потока и др. Каждому типу асимметрии в рельефе соответствует определенная группа признаков. Асимметрия речных долин, обусловленная климатическими процессами, фиксирует неравномерность распределения суточного, сезонного, годового тепла и влаги на склонах разной экспозиции. Такая неравномерность более характерна для склонов эрозионных форм низких порядков. Подобные локально развивающиеся процессы охватывают обширные территории и становятся региональным фактором рельефообразования. Признаком асимметрии

климатического типа является крутой склон определенной экспозиции.

При изучении асимметричных долин в Восточной Сибири Е.А. Пресняков [12] выделил две зоны, различающиеся направленностью развития асимметрии. В северной зоне теневой склон северной экспозиции более крутой, так как летом он не оттаивает, не размывается и не разрушается. Противоположный склон южной экспозиции более пологий, на нем происходят интенсивные солифлюкционные процессы, летом эти склоны оттаивают и значительные массы оползающих пород отжимают русло под основание крутого склона. В южной зоне теневой склон северной экспозиции пологий, так как в результате медленного оттаивания на нем идут более активные склоновые процессы, и оползающие породы отжимают русло под крутой склон южной экспозиции, который быстро просыхает. В обоих случаях пологий склон большего увлажнения, на котором период осенних и весенних замерзаний и оттаиваний более длителен. Пологий склон образуется именно потому, что он быстрее разрушается и выполаживается. Северный

и южный тип асимметрии характерен для широтно ориентированных долин. Для субмеридиональных долин в пределах этих типов А.М. Коротким и Г.П. Скрыльником [6] были выделены две модификации – континентальная и океаническая. Их существование обусловлено уже не радиацией, а изменением режима увлажнения склонов в течение года. Хорошо увлажненные склоны развиваются быстрее и становятся пологими. Во внутриконтинентальных районах склоны западной экспозиции должны быть круче склонов восточной экспозиции, в прибрежных районах наоборот. Но в настоящее время для многих территорий не выявлены закономерности пространственного размещения типов асимметрии.

Курильские острова представляют интерес в качестве объекта изучения, так как располагаются в переходной зоне между Евразийским континентом и Тихим океаном, что определяет своеобразие их природно-климатических условий. Флювиальная деятельность является здесь ведущим экзогенным рельефообразующим фактором, так как острова целиком расположены в гумидной зоне. Быстрый рост высоты территории во второй половине четвертичного периода за счет совместного действия тектонических и вулканических процессов и обильные осадки привели к формированию на больших площадях резко расчлененного горного рельефа и возникновению густой сети глубоко врезаемых долин постоянных и временных водотоков [4]. Итогом частых перестроек гидросети явилась большая молодость флювиальных форм вулканических районов: большинство имеющихся здесь долин возникло в четвертичное время. Характерными чертами долин рек и ручьев являются V-образный и реже каньонообразный поперечный профиль, невыработанный ступенчатый продольный профиль, большая глубина и слабое развитие террас.

Климат Курильских островов океанический с прохладным летом, относительно теплой и пасмурной зимой, повышенной влажностью воздуха в течение всего года. Океаничность климата проявляется также в сравнительно малых годовых колебаниях температуры воздуха и более или менее равномерном распределении осадков по сезонам. Влияние материка почти не сказывается [10]. Регион в силу своего географического положения лежит на пути активных циклонов, зарождающихся у берегов Китая и следующих затем к Алеутским островам и Беринговому морю. Сезонная смена направлений ветра вызвана циклонической деятельностью, а не муссонами [2]. Наибольшая интенсивность процессов

атмосферной циркуляции наблюдается зимой, когда дуют сильные, часто штормовые и даже ураганные ветры. Наоборот, в теплое время года, особенно в летние месяцы, ветры слабые. Зимой преобладают северо-западные ветры, массы воздуха, поступающие с ними, сухие и холодные, а с ветрами южных румбов – теплые и влажные [12]. Летом дуют влажные и умеренно теплые юго-западные, реже – западные ветры. В течение всего года атмосферные осадки являются в основном результатом действия циклонов. Влияние Охотского моря (наиболее холодного из дальневосточных морей) с одной стороны и Тихого океана – с другой, способствует различию метеорологических условий с охотоморской и тихоокеанской сторон побережья островов. Основным районом распространения четвертичных ледников был о-в Парамушир, признаки небольших горных ледников найдены также на о-вах Онекотан, Уруп [3]. Распространение следов мерзлотных процессов в геологических разрезах и на поверхности рельефа рыхлых четвертичных отложений Курильских островов позволяет говорить о неоднократном формировании многолетнемерзлых грунтов на этой территории [4].

Материалы и методы исследования

Цель исследования – выделение границ между типами и вариантами климатической асимметрии на островах Курильской гряды, что поможет определить зоны преобладающего влияния континента и океана. Также степень асимметрии позволяет выявить интенсивность склоновых процессов в прошлом и, возможно, дать прогноз их развития.

На о-вах Кунашир, Уруп, Симушир, Парамушир, Шумшу, Шикотан по топографическим картам масштаба 1:100000, 1:50000 были изучены все постоянные и временные водотоки I порядка, для них выделены водосборные бассейны, определены направления течения, экспозиции крутых склонов и коэффициенты асимметрии по всей длине. Далее было проанализировано пространственное распределение типов и вариантов климатической асимметрии. Коэффициент асимметрии рассчитан по формуле

$$A = 1 - (L_{кр} / L_{пол}),$$

где $L_{кр}$ и $L_{пол}$ – длины горизонтального проложения крутого и пологого склонов, предложенной Г.П. Бутаковым и др. [1]. Эта формула хорошо показывает изменение степени асимметрии.

Остров Шумшу – самый северный остров Большой Курильской гряды. Он небольшой (площадь около 388 км²) и довольно плоский (его наибольшая высота не превышает 190 м), имеет денудационно-тектонический рельеф.

Остров Парамушир (Северные Курилы) – один из наиболее крупных и высоких островов Большой Курильской гряды. В настоящее время для острова в целом характерен горный рельеф денудационно-тектонического и вулканического происхождения. Здесь имеются хорошо выраженные в рельефе

скульптурные и аккумулятивные формы второй фазы верхнеплейстоценового оледенения. Но в отличие от Камчатки оледенение здесь не имело значительных размеров, что объясняется спецификой орографических и климатических условий этого региона [4].

Для острова Симушир (Средние Курилы) характерен вулканический и денудационно-вулканический рельеф. В разной степени разрушенные четвертичные вулканогенные образования составляют более 82 % всей территории островной суши. Это наиболее высокий процент из наблюдаемых на Курильских островах [4].

На острове Уруп также преобладает низкогорный вулканический и денудационно-вулканический рельеф, который занимает более половины всей территории островной суши. Денудационно-тектонический рельеф характерен для участков развития морских террас, очень слабо распространены аккумулятивные равнины аллювиального и морского происхождения.

Остров Кунашир – самый южный остров Большой Курильской гряды. В северной части острова доминирует низкогорный и холмистый денудационно-тектонический рельеф на неогеновых породах. В южной части основная площадь занята вулканическими массивами Менделеева и Головнина. Остров Кунашир отличается относительно большим распространением аккумулятивных равнин морского, озерно-лагунного и аллювиального происхождения.

Остров Шикотан – наибольший из островов Малой Курильской гряды. Острова этой гряды отличаются выровненным рельефом, затуханием или полным прекращением вулканической деятельности в плейстоцене, ослаблением процессов наземной эрозии, отсутствием «лестницы» поднятых морских террас и в то же время интенсивным абразионным разрушением берегов [7].

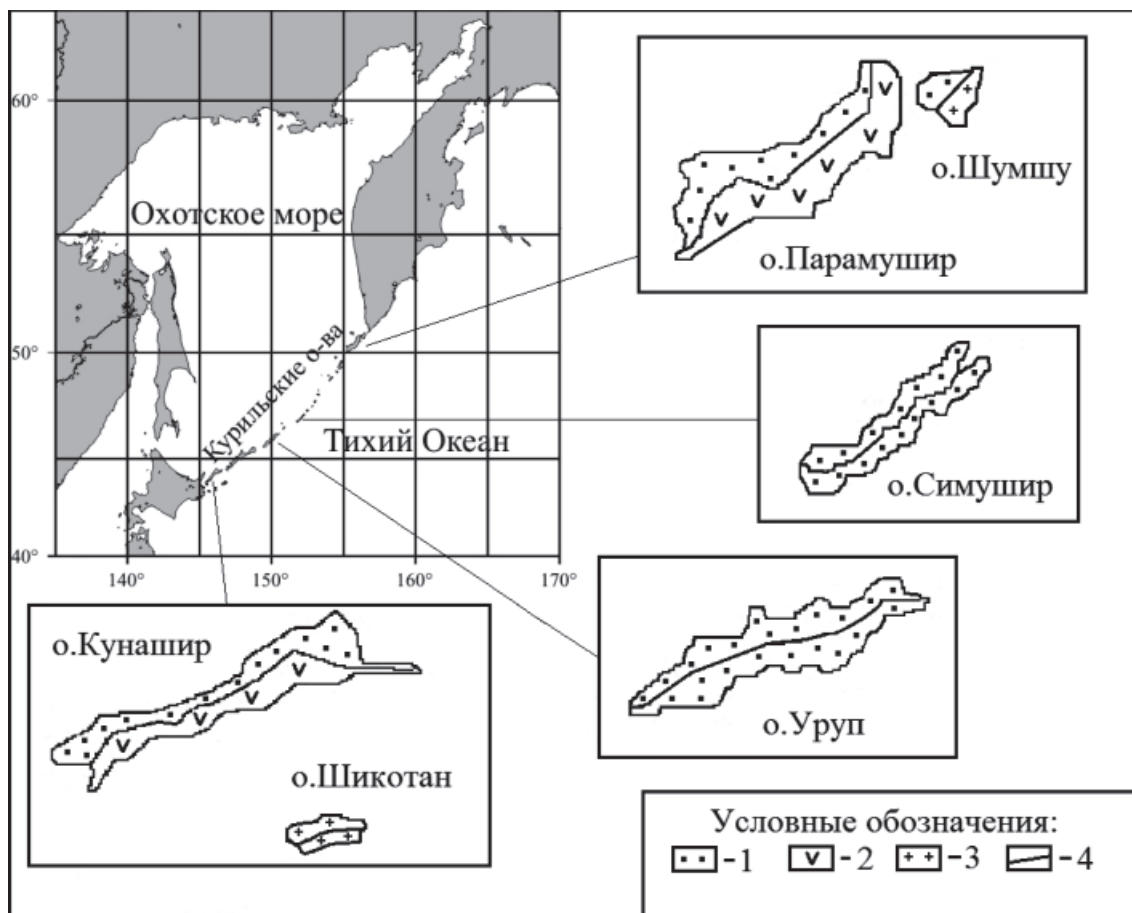
Результаты исследования и их обсуждение

Асимметричность рельефа крупных островов, выражающаяся в смещении главных водоразделов островов в сторону Охотского моря почти повсеместно, обусловила асимметричное строение речной сети [6]. На более пологом тихоокеанском макросклоне расположены водотоки с достаточно выработанным продольным профилем, а их количество больше, чем на охотоморском макросклоне. На островах развита довольно густая сеть мелких речек и ручьев. Самые крупные реки – водотоки III–IV порядка. Для всех исследованных островов в целом преобладает поперечное направление течения водотоков низких порядков, то есть при общем северо-восточном простирании островов большое количество рек течет в северо-западном и северном направлении на охотоморских макросклонах, юго-восточном и южном на тихоокеанских макросклонах [8]. Для всех островов характерно то, что большинство водосборных бассейнов низкопорядковых водотоков имеет асимметричный характер (от 92 % на о-ве Кунашир до 100 % на о-ве Шикотан).

Асимметрия выражена не резко. Среднее значение коэффициента асимметрии колеблется от 0,36 на о-ве Шумшу до 0,44 на о-ве Уруп и в среднем составляет 0,38 [9]. Можно отметить, что в целом на охотоморских макросклонах островов среднее значение коэффициента асимметрии меньше, чем на тихоокеанских. Связь асимметрии малых долин с экспозицией крутых склонов позволяет говорить об участии в ее формировании климатических процессов.

Фактический материал показывает, что на крупных исследованных островах преобладают крутые склоны южной, юго-западной и юго-восточной экспозиции. Это южный тип асимметрии (рисунок). Экспозиционная приуроченность крутого склона для изученных островов несколько отличается. На о-вах Кунашир и Парамушир наблюдается сходная картина. Здесь развит континентальный вариант асимметрии на охотоморском макросклоне и океанический вариант на тихоокеанском макросклоне, с границей, проходящей по главному водоразделу островов. Причем на охотоморском макросклоне возрастает количество крутых склонов «холодных» румбов, особенно в центральной части. Возможно, на всем Охотоморском склоне ранее был развит северный тип асимметрии, а с потеплением климата в голоцене и разрушением многолетнемерзлых грунтов стал меняться на южный [8]. На о-вах Уруп и Симушир можно выделить только континентальный вариант южного типа асимметрии, океанический вариант не определяется и нет различий между макросклонами, в отличие от остальных островов, что может быть связано с особенностями речной сети островов – почти половина водотоков тихоокеанского макросклона о-ва Уруп и более четверти водотоков тихоокеанского макросклона о-ва Симушир имеют юго-восточное направление течения, что определяет и большее число крутых юго-западных склонов [9].

На небольших о-вах Шумшу и Шикотан ситуация несколько отличается. На самом северном острове Курильской гряды – Шумшу – развит только континентальный вариант асимметрии. На тихоокеанском макросклоне – его северный тип, на охотоморском – южный, с границей, проходящей по главному водоразделу. На о-ве Шикотан, в отличие от островов Большой Курильской гряды, развит северный тип асимметрии, его континентальный вариант. То есть для невысоких островов Шумшу и Шикотан характерно развитие континентального варианта асимметрии, что, возможно, объясняется особенностями рельефа и близостью к большим массивам суши (п-ву Камчатка и о-ву Хоккайдо).



Пространственное распределение типов и вариантов климатической асимметрии на Курильских островах:

1 – океанический вариант южного типа асимметрии; 2 – континентальный вариант южного типа асимметрии; 3 – континентальный вариант северного типа асимметрии; 4 – главный водораздел островов

Асимметрия водосборных бассейнов низкопорядковых водотоков, скорее всего, является реликтовой, то есть стала формироваться вскоре после образования водосборных бассейнов, отражая различия в активности процессов на склонах разной экспозиции. Развитие на сравнительно небольшой территории континентальных и океанических вариантов северного и южного типов асимметрии объясняется тем, что Курильские острова расположены в сфере переплетения континентального и океанического влияний. Геоморфологический эффект современных склоноформирующих процессов усложнен особенностями преобразования склонов на более ранних этапах развития рельефа.

Список литературы

1. Бутаков Г.П., Барабанов Ю.В., Мозжерин В.И., Алексенцева А.И. О зональности асимметрии речных долин Восточной Русской равнины // *Ландшафтные исследования на*

территории Поволжья. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1977. – С. 53–70.

2. Витвицкий Г.Н. Климат // Южная часть Дальнего Востока. – М.: Наука, 1969. – С. 70–96.

3. Власов Г.М. Основные черты рельефа Камчатки и Курильских островов // *Материалы II геоморфологического совещания*. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – С. 15.

4. Камчатка, Курильские и Командорские острова. – М.: Наука, 1974. – 440 с.

5. Короткий А.М., Скрыльник Г.П. Анизотропность геоморфологических процессов и асимметрия разнопорядковых форм рельефа (на примере Дальнего Востока) // *Исследование глобальных факторов климатоморфогенеза Дальнего Востока*. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1979. – С. 118–142.

6. Короткий А.М., Макарова Т.Р. Основные особенности рельефа и экзогенных геоморфологических процессов Курильских островов (проблемные аспекты) // *Геоморфология*. – 2006. – № 2. – С. 82–92.

7. Кулаков А.П. Основные черты геоморфологического строения и эволюции восточной окраины Азии. – Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. – 51 с.

8. Макарова Т.Р. Влияние климата на формирование асимметрии долин малых водотоков на Курильских островах // *Материалы XIII научного совещания географов Си-*

бири и Дальнего Востока. – Иркутск: Изд-во ин-та геогр. СО РАН, 2007. – Т. 1. – С. 74–75.

9. Макарова Т.Р. Распределение вариантов климатической асимметрии в долинах малых водотоков на Курильских островах // Фундаментальные проблемы квартера: итоги изучения и основные направления дальнейших исследований: материалы V Всерос. совещ. по изучению четвертичного периода. – М.: Геос, 2007. – С. 247–250.

10. Никольская В.В., Тимофеев Д.А., Чичагов В.П. Природное районирование // Южная часть Дальнего Востока. – М.: Наука, 1969. – С. 302–344.

11. Полякова А.М. Календарь и краткая характеристика типов атмосферной циркуляции с учетом нестационарности над северной частью Тихого океана. – Владивосток: Изд-во ДВГУ, 1999. – 115 с.

12. Пресняков Е.А. Об асимметрии долин в Сибири // Вопросы геологии Азии. – М.: Изд-во АН СССР, 1955. – Вып. 2. – С. 391–396.

References

1. Butakov G.P., Barabanov U.V., Mozzherin V.I., Alekseeva A.I. O zonal'nosti asimmetrii pechnih dolin Vostochno-Russkoi ravniny: Landschaftnye issledovaniya na territorii Povolzh'ya. (About asymmetry river valleys zonality of the East Russian Plain: Landscape investigations on the Povolzh'e territory). Kazan', 1977, pp. 53–70.

2. Vitvitskiy G.N. Klimat. Uznaya chast' Dal'nego Vostoka (Southern part of the Far East). Moscow, 1969, pp. 70–96.

3. Vlasov G. M. Osnovnye cherty rel'efa Kamchatki i Kuril'skikh ostrovov: Materialy II geomorfologicheskogo soveshaniya (Main features of the relief of Kamchatka and the Kuril Islands: Materials II geomorphological meeting). Moscow, 1959, pp. 15.

4. Kamchatka, Kuril'skie i Komandorskie ostrova (Kamchatka, Kuril and Komandor islands). Moscow, 1974. 440 p.

5. Korotkiy A.M., Skryl'nik G.P. Anizotropnost' geomorfologicheskikh protsessov i asimmetriya raznopol'yadkovykh form rel'efa (na primere Dal'nego Vostoka) // Issledovanie global'nykh faktorov klimomorfogeneza Dal'nego Vostoka. (Anisotropy of geomorphic processes and asymmetry of topographic forms of the different order (for example Far East) // Investigation of the global factors of the Far East climatomorphogenesis. Vladivostok: FESC AS USSR, 1979. P. 118–142.

6. Korotkiy A.M., Makarova T.R. Osnovnye osobennosti rel'efa i ekzogennykh geomorfologicheskikh protsessov Kuril'skikh ostrovov (problemnye aspekty) // Geomorfologiya (Main features of the relief and exogenic geomorphological processes of the Kuril Islands (problem aspects) // Geomorphology, 2006. no. 2. pp. 82–92.

7. Kulakov A.P. Osnovnye cherty geomorfologicheskogo stroeniya i evolyutsii vostochnoy okrainy Azii. (Main features of the geomorphological structure and evolution of the eastern edge of Asia). Vladivostok, FEB AS USSR, 1989. 51 p.

8. Makarova T.R. Vliyaniye klimata na formirovaniye asimmetrii dolin malykh vodotokov na Kuril'skikh ostrovakh // Materialy XIII nauchnogo soveshaniya geographov Sibiri i Dal'nego Vostoka (Climatic influence on the forming of the asymmetry of small stream valley on the Kuril islands // Materials of XIII scientific meeting of Siber and Far East geographers). Irkutsk: IG SB RAS, 2007. Vol. 1. pp. 74–75.

9. Makarova T.R. Raspreделение variantov klimaticheskoy asimmetrii v dolinakh malykh vodotokov na Kuril'skikh ostrovakh // Fundamental'nye problemy kvartera: itogi izucheniya i osnovnye napravleniya dal'neyshikh issledovaniy: Materialy V vserossiyskoe soveshanie po izucheniu chetvertichnogo perioda (Distribution variants of climatic asymmetry in the valleys of small streams on the Kuril Islands // Fundamental Problems of the Quaternary: results of the study and the main directions for further research: Materials of the V All-Russia meeting for Quaternary Research). Moscow, 2007. pp. 247–250.

10. Nikol'skaya V.V., Timofeev D.A., Chichagov V.P. Prirodnoye rayonirovaniye // Uzhnaya chast' Dal'nego Vostoka (Natural division // Southern part of Far East). Moscow, 1969. pp. 302–344.

11. Polyakova A.M. Kalendar' i kratkaya kharakteristika tipov atmosfery stirkulyatsii s uchetoм nestatsionarnosti nad severnoy chast'yu Tikhogo okeana (Calendar and short characteristic of atmospheric circulation types considering nonstationarity over the Northern part of Pacific Ocean). Vladivostok, 1999. 115 p.

12. Presnyakov E.A. Ob asimmetrii dolin v Sibiri // Voprosy geologii Azii (About the asymmetry of the valleys in Siberia // Problems of Asia geology). Moscow, 1955. Ed. 2. pp. 391–396.

Рецензенты:

Разжигаева Н.Г., д.г.н., зав. лабораторией палеогеографии, ФГБУН «Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения Российской академии наук», г. Владивосток;

Пушкар В.С., д.г.н., зав. лабораторией палеоэкологии кайнозоя, ФГБУН «Дальневосточный геологический институт Дальневосточного отделения Российской академии наук», г. Владивосток.

Работа поступила в редакцию 28.07.2014.

УДК 549.643.12 (571.65)

ГРАНАТОВЫЕ МЕТАУЛЬТРАМАФИТЫ И ГРАНАТОВЫЕ ЖЕДРИТИТЫ ОМОЛОНСКОГО МИКРОКОНТИНЕНТА: ГЛУБИННЫЙ ДИАФТОРЕЗ И ЕГО ГЕОЛОГО-ТЕКТОНИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ (СЕВЕРО-ВОСТОК РОССИИ)

¹Жуланова И.Л., ²Авченко О.В., ²Шарова О.И.¹ФГБУН «Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт
им. Н.А. Шило» ДВО РАН, Магадан, e-mail: metamor@neisri.ru;²ФГБУН «Дальневосточный геологический институт» ДВО РАН, Владивосток,
e-mail: sirenevka@mail.ru

Остро дискуссионные вопросы раннедокембрийской геологии Северо-Востока Азии обсуждаются на новом петрологическом материале, полученном для гранатовых метасульфидов поварнинского комплекса, вскрытого в Ауландинском чарнокитоидном куполе (фундамент Омолонского микроконтинента). По данным минеральной термобарометрии, гранатовые метасульфиды формировались в условиях гранулитовой фации высокого давления ($T = 950\text{--}900^\circ\text{C}$, $P = 1,05\text{--}0,95$ ГПа) и несут уникальные петрографические признаки полиметаморфизма, протекавшего в глубинных условиях. Впервые выполненный количественный расчет Р-Т параметров ретроградной жедрит-ортопироксен-плагиоклазовой ассоциации апосульфидовых гранатовых жедрититов показал, что она отвечает амфиболитовой фации и фиксирует этап декомпрессии, сопровождавшейся значительным понижением температуры ($T = 700\text{--}650^\circ\text{C}$, $P = 0,65\text{--}0,55$ ГПа). Рассмотрение аналитических данных в широком геолого-тектоническом контексте позволило заключить, что одновременные минеральные ассоциации, наблюдаемые в гранатовых метасульфидовых гранатах, отражают два главных этапа формирования континентальной коры Омолонского микроконтинента.

Ключевые слова: архей, гранулиты, метасульфиды, жедрит, Омолон, Северо-Восток России

THE GARNET ULTRAMAFICS AND GARNET GEDRITITES OF THE OMOLON MICROCONTINENT: DEEP DIAPHTHORESIS WITH GEOLOGIC AND TECTONIC INTERPRETATION

¹Zhulanova I.L., ²Avchenko O.V., ²Sharova O.I.¹North-East Interdisciplinary Scientific Research Institute n.a. N.A. Shilo, Far East Branch,
Russian Academy Science, Magadan, e-mail: metamor@neisri.ru;²Far East Geological Institute, Far East Branch, Russian Academy Science, Vladivostok,
e-mail: sirenevka@mail.ru

The most contentious issues of the Early Precambrian geology of Northeast Asia are discussed using new petrological data on garnet metaultramafic rocks of Povarninsky complex from Aulandzha charnokitoid dome (basement of Omolon microcontinent, North-East Russia). Mineral thermobarometry suggests that garnet metaultramafic rocks have been formed under high pressure granulite facies ($T = 950\text{--}900^\circ\text{C}$, $P = 1,05\text{--}0,95$ GPa). They bear unique petrographic evidence of polymetamorphic events occurred in the deep crust. A quantitative assessment of the thermodynamic conditions for gedrite-orthopyroxene-plagioclase retrograde assemblages in garnet metaultramafic rocks suggests that it formed in amphibolite facies during the decompression, accompanied by a significant decrease in temperature ($T = 700\text{--}650^\circ\text{C}$, $P = 0,65\text{--}0,55$ GPa). Consideration of these data in a broad geological context led to the conclusion that uneven mineral associations of garnet metaultramafic rocks reflect two major stage of the formation of continental crust of Omolon Microcontinent.

Keywords: Archean, granulites, metaultramafic rocks, gedrite, Omolon, Northeastern Russia

Жедрит – характерный минерал фанерозойских гранитно-метаморфических куполов севера Тихоокеанского кольца, где он рассматривается как индикатор повышения давления в недрах куполов на стадии внедрения гранитных расплавов [4]. В докембрийских комплексах Северо-Востока Азии известна единственная находка. Она происходит из кристаллических образований Ауландинского выступа (горста) дорифейского фундамента Омолонского массива (ОМ) [6], в современных работах фигурирующего как микроконтинент. Проведённые исследования показали, что здесь появление жедрита от-

ражает регрессивный этап эволюции глубинных метаморфических пород. В статье приводятся результаты первой количественной оценки термодинамических условий образования жедрит-ортопироксен-плагиоклазовых реакционных структур в гранатовых метасульфидовых гранатах¹ – петротипе поварнинского комплекса (нижнее подразделение последней официальной

¹ В литературе впервые описаны как эклогитовые сланцы – продукт регрессивного изменения амфиболитовых эклогитов [3]. Типоморфный состав: гранат, клинопироксен, роговая обманка примерно в равных соотношениях с примесью (0–10%) гиперстена и плагиоклаза; сложение преимущественно среднезернистое.

стратиграфической схемы нижнего архея Верхояно-Чукотского региона, 2003 г.). Полученные данные существенно конкретизируют представления о ранних этапах формирования континентальной коры на Северо-Востоке Азии.

Материалы и методика исследований

В границах Ауланджинского горста (около 350 км²) реконструируется фрагмент (западная половина) купола, ядро которого составляют чарнокитоиды. В качестве реликтов субстрата повсеместно наблюдаются амфибол-двупироксеновые, иногда с гранатом, кристаллосланцы, изредка – лейкократовые гранулиты. На крыле вскрыт стратифицированный разрез, где преобладают богатые кальцием мезократовые гнейсы и амфиболиты, чередующиеся с глинозёмистыми толщами. Гранатовые метальтрамафиты слагают линзовидные тела мощностью от 5 до 50 м внутри широкой (4–5 км) полосы биотитовых гранито-гнейсов, залечающих зону скрытого несогласия

между ядром и крылом купола. Цепочки меланократовых тел конформно вписываются в общую купольную структуру блока (рис. 1). Интерпретируются как фрагменты подошвы чарнокитоидной антиформы [7]. Возраст акцессорного циркона из гранито-гнейсов составляет 3,65–3,4 млрд лет (ранний архей российской шкалы докембрия) [2].

Жедрит встречается в линзовидном теле (8×20 м) метальтрамафитов, отличающихся крупно- и гигантозернистым сложением, текстурной неоднородностью, отсутствием кристаллизационной сланцеватости. На фоне роговой обманки, образующей агрегаты черных, ярко блестящих разноориентированных кристаллов, контрастно выделяется темно-красный гранат (2–80 мм). В строении тела улавливаются элементы полосчатости. Она подчеркивается присутствием небольших (до 50 см в длину) полиминеральных линз, в одной из которых и встречены структурно более или менее однородные среднезернистые обособления (поперечник до 7, длина до 10 см), зеленовато-серой окраски, описываемые ниже как гранатовые жедрититы.

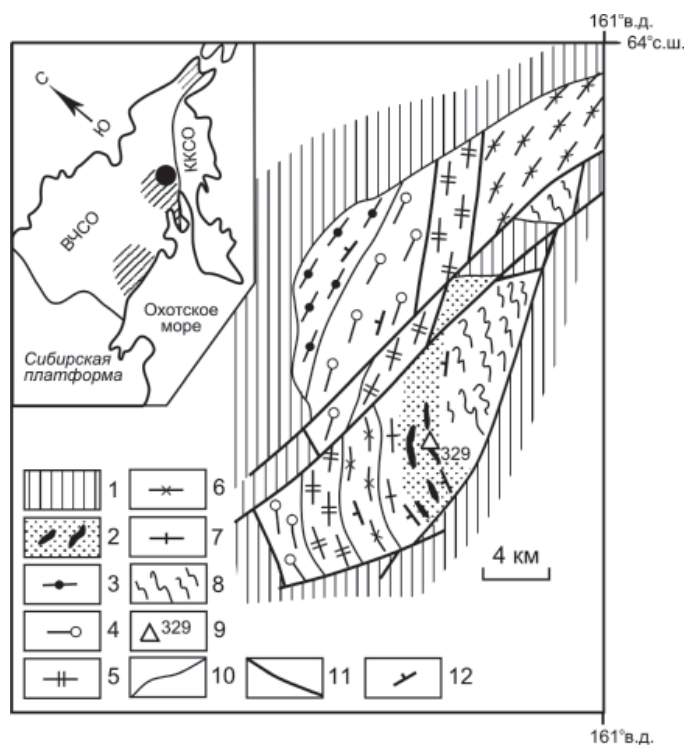


Рис. 1. Схематическая геологическая карта Ауланджинского выступа фундамента Омолонского массива. Составила И.Л. Жуланова:

1 – рифейские и палеозойские осадочные отложения; 2–8 – нижний архей: 2 – биотитовые гранито-гнейсы с линзами гранатовых метальтрамафитов, 3 – гранат-биотитовые плагиогнейсы, биотит-гиперстеновые сланцы, 4 – диопсидовые плагиогнейсы, двупироксен-амфиболовые сланцы, гранат-биотитовые гнейсы, 5 – амфиболиты, диопсид-амфиболовые сланцы, 6 – преимущественно гранат-биотитовые гнейсы, иногда кордиеритсодержащие, 7 – диопсидовые амфиболиты, двупироксен-амфиболовые, гранат-диопсид-амфиболовые сланцы, 8 – чарнокитоиды, амфибол-двупироксеновые сланцы, лейкократовые гранулиты; 9 – местонахождение гранатовых жедрититов и номер точки наблюдения; 10 – геологические границы; 11 – разломы; 12 – элементы залегания полосчатости метаморфических пород. На врезке: заштриховано – районы распространения выходов дорифейских метаморфических образований (с юго-запада на северо-восток: Охотский, Омолон-Тайгоносский, Восточно-Чукотский). ВЧСО – Верхояно-Чукотская мезозойская складчатая область. ККСО – Корякско-Камчатская кайнозойская складчатая область. Черный кружок – местоположение Ауланджинского выступа

Детально изучена порода (обр. 329а, кол. И.Л. Жулановой) с различными невооруженным глазом реакционными оторочками (1–5 мм) вокруг порфиробластов (10–15 мм) граната. Их образует симплектит ортопироксена, плагиоклаза и жедрита со средней величиной индивидов $0,05 \times 1$ мм (рис. 2). На удалении те же минералы – относительно крупные

(2–5 мм), срастающиеся в мономинеральные гранобластовые агрегаты. До 3 % объема породы составляет биотит, распределённый крайне неравномерно.

Состав пород и минералов изучался в Аналитическом центре ДВГИ ДВО РАН. Химический анализ минералов выполнен на четырехканальном микроанализаторе JXA 8100.

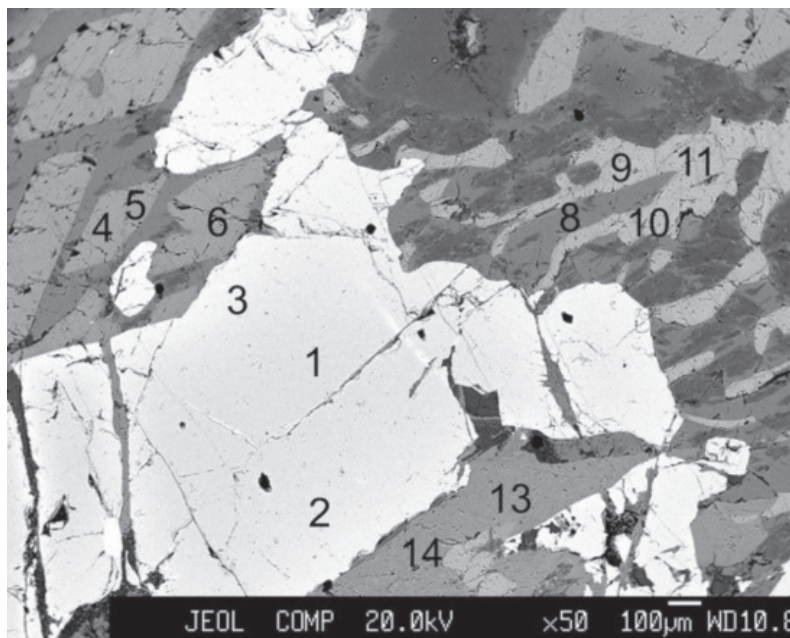


Рис. 2. Реакционная кайма жедрита, ортопироксена и плагиоклаза вокруг граната (белое). Цифры – номера анализов (см. табл. 2). Хорошо видны червеобразные сращения ортопироксена (9–11) с небольшими вытянутыми зернами плагиоклаза (8) и ромбовидные сечения жедрита (4–6, 13, 14 и слева сверху). Вверху по центру – таблитчатое зерно плагиоклаза со светлой краевой зоной более основного состава, сравнительно с темным центром.

Обр. 329а. Микрофотография в отраженных электронах

Оценка содержаний главных компонентов в породе производилась методом атомно-эмиссионной спектроскопии индуктивно связанной плазмой (ICP-MS) на спектрометре ICAP 6500 Duo. Определение содержаний H_2O , п.п.п., SiO_2 произведено методом гравиметрии, редкоземельных и примесных элементов – методом ICP-MS на приборе Agilent 7500. Погрешность определения для большинства элементов составила 5–15 %, для Hf, Ta, Pb – 20–25 %. Ответственный исполнитель Зарубина Н.В.

Результаты исследований и их обсуждение

На диаграмме TAS [10] фигуративная точка гранатового жедритита попадает на сочленение четырех полей (ультраосновные – основные пикробазальты, умеренно щелочные базальты – трахибазальты). По сравнению с типоморфным метаультрамафитом (обр. А339) гранатовый жедритит обогащен кремнеземом, калием, рубидием, барием, цирконием и гафнием (табл. 1, рис. 3).

Установлена химическая зональность минералов, наиболее резкая у плагиокла-

за. Его мелкие выделения из реакционных кайм содержат до 87 % анортита (табл. 2, ан. 8²), зерна на удалении имеют обратную зональность: содержание анортита в центре – 55–59, по периферии – до 81 % (табл. 2, ан. 21, 12 и 26 соответственно). Гранат обладает повышенной магнезиальностью, при этом от центра к краям повышается его железистость и марганцовистость; содержаниеgrossуляра меняется незначительно (табл. 2). Ортопироксен из кайм имеет заметно более высокое содержание глинозема, чем в собственно породе (табл. 2, анализы 9, 28); железистость почти не меняется.

Состав жедрита и биотита практически постоянный. Жедрит относится к группе натровых, которые, согласно [12], должны иметь количество $Na^A \text{ ф.е.} \geq 0,5$ при $Mg/(Mg + Fe^{+2}) \geq 0,50$. В наших анализах эти параметры составляют $\geq 0,6$

² В табл. 2 и далее по тексту символы минералов: Gr – гранат, Орх – ортопироксен, Pl – плагиоклаз, Ged – жедрит, Bi – биотит.

и $\geq 0,7$ соответственно (табл. 2). Кроме того, для омонских жедритов характерна невысокая степень окисленности железа

(Fe^{+3} ф.е. = 0,17–0,3, табл. 2). Биотит имеет повышенную магнезиальность ($X_{\text{Fe}}^{\text{Bi}} = 0,22\text{--}0,21$).

Таблица 1

Результаты определения петрогенных (мас. %) и малых элементов (г/т) в образцах 329а (верхняя строка) и А339 (нижняя строка)

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	п.п.п.	Сумма	H ₂ O-
44,7	1,09	18,37	2,87	10,25	0,22	14,21	5,32	1,20	1,51	0,04	0,70	100,49	0,16
43,45	0,94	15,57	4,49	11,00	0,26	10,35	12,59	1,21	0,29	0,06	0,26	100,48	н.об.

Окончание табл. 1

Rb	Zr	Ba	Hf
43,24	567,50	315,50	12,73
1,47	23,03	29,09	0,72

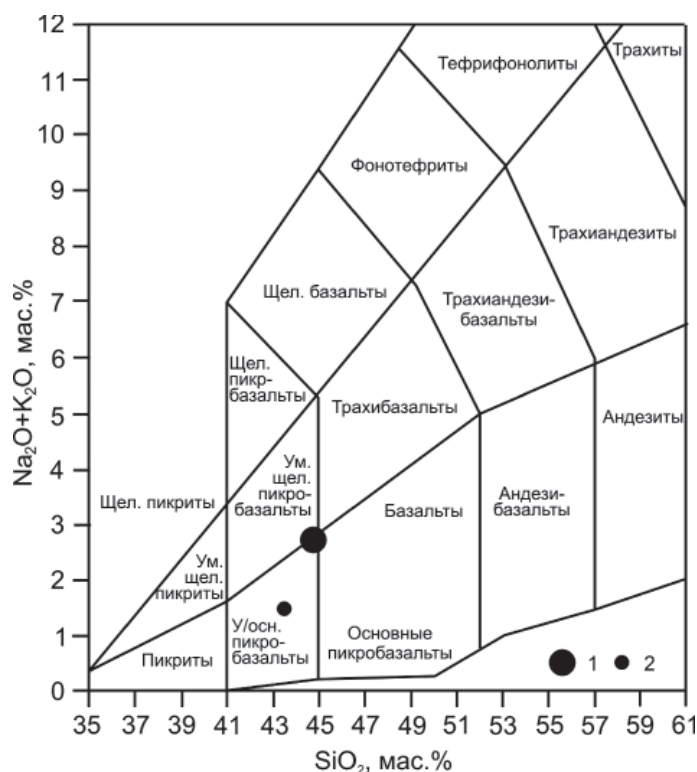


Рис. 3. Положение фигуративных точек метасульфидов на диаграмме TAS [10]: 1 – гранатовый жедритит (обр. 329а); 2 – среднезернистый гранатовый метасульфид (обр. А339). Анализы пород см. в табл. 1

Установленные особенности позволяют выделить в изученной породе две генерации минералов: раннюю (магнезиальный гранат, плагиоклаз пониженной основности, ортопироксен с пониженной глиноземистостью) и позднюю (гранат повышенной железистости и замещающие его относительно более основной плагиоклаз, глиноземистый ортопироксен, жедрит). Присутствие в обоих граната, плагиоклаза и ортопироксена дает возможность коррек-

тно сопоставить Р-Т условия их образования по экспериментальным термобарометрам [5, 8]. Для расчета выбраны (№ № анализов по табл. 2): в качестве ранних – 1 (Gr), 28 (Orx), 21 (Pl), поздних – 3 (Gr), 9 (Orx), 8 (Pl). На Р-Т диаграмме точки пересечения линий, рассчитанных по уравнениям указанных геотермобарометров, дают параметры: для ранней генерации 900–950 °С при 0,95–1,05 ГПа, для поздней – 650–700 °С при 0,55–0,65 ГПа (рис. 4).

Таблица 2

Микрозондовые анализы и кристаллохимические формулы минералов из реакционной оторочки обр. 329а.

Минерал	Gr	Gr	Gr	Ged	Ged	Ged	Orx	Orx	Orx	Orx	Pl	Pl	Pl	Pl	Bi	Bi
Компонент	1	2	3	4	6	13	9	10	28	33	8	26	12	21	39	40
SiO ₂	39,36	39,67	38,96	41,82	42,23	42,14	50,28	50,56	51,00	50,81	45,03	46,89	54,55	53,36	37,36	37,32
TiO ₂	0,0	0,0	0,0	0,71	0,63	0,40	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,61	3,75
Al ₂ O ₃	22,16	21,94	22,16	18,13	18,73	18,96	6,36	6,30	5,01	5,23	34,18	33,28	27,41	28,88	16,57	16,29
FeO	21,16	22,98	23,04	14,39	14,01	13,33	17,68	17,26	18,22	18,20	0,0	0,37	0,0	0,0	9,21	9,60
MnO	0,62	0,95	0,94	0,30	0,30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MgO	13,98	13,06	12,17	19,38	19,35	20,22	25,31	25,83	25,60	25,78	0,0	0,0	0,0	0,0	19,05	18,58
CaO	3,18	2,60	3,02	0,62	0,64	0,60	0,0	0,0	0,0	0,0	18,33	16,79	10,4	11,55	0,0	0,0
Na ₂ O	0,0	0,0	0,0	2,29	2,41	2,33	0,0	0,0	0,0	0,0	1,40	2,12	6,04	5,17	0,77	0,57
K ₂ O	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,26	9,13
Сумма	100,46	101,20	100,20	97,64	98,30	97,98	99,63	99,95	99,83	100,02	98,94	99,45	98,40	98,96	96,03	95,47
Si	2,917	2,944	2,926	5,942	5,960	5,923	1,823	1,823	1,849	1,837	2,101	2,167	2,500	2,437	2,700	2,715
Al _{общ}	1,936	1,919	1,961	3,036	3,116	3,141	0,272	0,268	0,214	0,223	1,879	1,813	1,481	1,555	1,411	1,397
Fe ⁺²	1,081	1,233	1,261	1,413	1,483	1,273	0,455	0,435	0,465	0,448	0,0	0,0	0,0	0,0	0,557	0,584
Fe ⁺³	0,166	0,113	0,148	0,297	0,171	0,294	0,081	0,086	0,087	0,103	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mn	0,039	0,060	0,060	0,036	0,036	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mg	1,545	1,445	1,363	4,105	4,071	4,237	1,368	1,389	1,384	1,390	0,0	0,0	0,0	0,0	2,053	2,015
Ca	0,253	0,207	0,243	0,094	0,097	0,09	0,0	0,0	0,0	0,0	0,920	0,832	0,511	0,565	0,0	0,0
Na	0,0	0,0	0,0	0,631	0,659	0,635	0,0	0,0	0,0	0,0	0,130	0,190	0,537	0,458	0,108	0,08
K	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,854	0,847
X_{Fe}^{Gr}	0,45	0,48	0,51	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
X_{An}^{Pl}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,87	0,81	0,49	0,55	0,0	0,0
X_{Fe}^{Orx}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,28	0,27	0,29	0,28	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
X_{Mg}^{Ged}	0,0	0,0	0,0	0,74	0,73	0,77	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Примечание. Кристаллохимические формулы рассчитаны по программе PET [11]. Номера анализов соответствуют номерам точек микрозондирования (положение точек № № 1–3, 4, 6, 8–10, 13 см. на рис. 2).

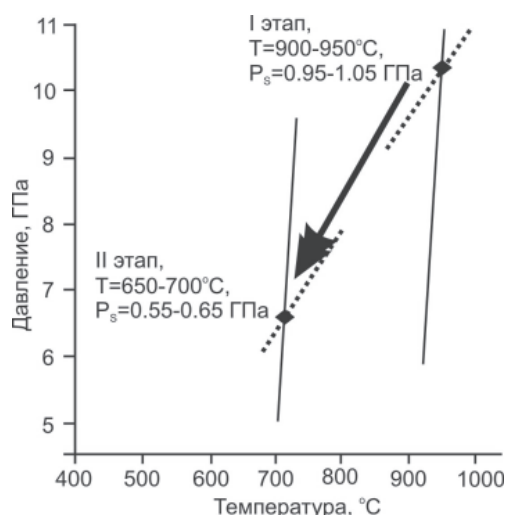


Рис. 4. Точки оценок P-T условий, рассчитанных по экспериментальным термобарометрам [5, 8]. Стрелка показывает направление P-T тренда от ранней минеральной ассоциации к поздней

Выводы

Приведенные результаты свидетельствуют, что перекристаллизация граната с образованием Ged-Orx-Pl реакционных структур явилась следствием декомпрессии, сопровождавшейся значительным понижением температуры, т.е. представляет собой дифторез. Высокое содержание Na в жедрите и повышенные концентрации в образце 329а Rb, Ba, Zr, Hf указывают, что процесс диафтореза метаультрамафитов носил аллохимический характер и протекал, скорее всего, при участии флюида. Рассмотрение этих данных в широком геолого-тектоническом контексте [1, 6, 7, 9] позволяет сделать следующие выводы:

1. Параметры, рассчитанные для ранней минеральной ассоциации: $T = 950\text{--}900^\circ\text{C}$, $P = 1,05\text{--}0,95$ ГПа (гранулитовая фация высокого давления), характеризуют обстановку в наиболее глубокой части нижнеархейского разреза фундамента

ОМ на момент начала его тектонического подъема к эрозионной поверхности (за рождения Ауланджинского чарнокитидного купола).

2. Относительно более поздняя минеральная ассоциация отвечает амфиболитовой фации повышенного давления ($T = 700\text{--}650^\circ\text{C}$, $P = 0,65\text{--}0,55$ ГПа), что практически точно соответствует параметрам прогрессивного метаморфизма, установленным в верхах супракrustальной части нижнеархейского разреза фундамента ОМ [6]. Согласно авторской модели, метаморфизм амфиболитовой фации в супраструктуре протекал синхронно с формированием гнейсово-купольных структур второго поколения, порожденных процессом плагиогранитизации гранулитов [6]. Центр ареала плагиогранитизации на ОМ сдвинут относительно Ауланджинского купола примерно на 80 км к юго-западу, и петрографически этот процесс в изученных ультрамафитах не проявлен. Однако именно с ним хорошо согласуются Р-Т параметры и аллохимический характер диафореза гранатовых ультрамафитов, установленные в результате проведенного исследования.

3. В свете полученных данных тектоническая структура, фрагмент которой вскрыт в Ауланджинском выступе фундамента ОМ, предстает как миниатюрная модель («элементарная ячейка») эоархейской (в терминах Международной стратиграфической шкалы) геодинамической структуры гнейсово-купольного типа, где четко зафиксирован регрессивный переход глубинных (инфракрустальных?) метаультрамафитов в породы амфиболитовой фации. Важно, что термодинамические характеристики, реконструированные для последовательно формировавшихся пород наиболее глубокой (из вскрытой на современном срезе) части фундамента ОМ, аналогичны характеристикам широко известных комплексов фундамента Сибирской платформы – соответственно сутамского и станового [1, 9]. Другими словами, чарнокитизация и плагиогранитизация реконструируются как главные корообразующие процессы в истории формирования ОМ, а два возникших здесь поколения гнейсово-купольных структур находят своих гомологов в кристаллическом цоколе Алдано-Станового щита, что подтверждает на новом уровне гипотезу о том, что корни ныне наблюдаемой геолого-тектонической взаимосвязи Северо-Востока Азии и Сибирского кратона уходят в ранний докембрий [13].

Список литературы

1. Александров И.А. Метаморфические породы амфиболитовой фации Джугджуро-Становой складчатой области. – Владивосток: Дальнаука, 2010. – 212 с.
2. Бибикова Е.В. Уран-свинцовая геохронология ранних этапов развития древних щитов. – М.: Наука, 1989. – 179 с.
3. Гельман М.Л., Терехов М.И. Новые данные о докембрийском кристаллическом комплексе Омолонского массива // Метаморфические комплексы Востока СССР. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1973. – С. 66–73.
4. Гельман М.Л. Фанерозойские гранитно-метаморфические купола на Северо-Востоке России. Статья 2. Магматизм, метаморфизм и гранитизация в позднемезозойских куполах // Тихоокеан. геология. – 1996. – Т. 15. – № 1. – С. 84–93.
5. Графчиков А.А., Фонарев В.И. Гранат-ортопироксен-плагиоклаз-кварцевый барометр (экспериментальная калибровка) // Очерки физико-химической петрологии. – М.: Наука, 1991. – Вып. 16. – С. 199–225.
6. Жуланова И.Л. Земная кора Северо-Востока Азии в докембрии и фанерозое. – М. Наука, 1990. – 304 с.
7. Котляр И.Н., Жуланова И.Л., Русакова, Гагиева А.М. Изотопные системы магматических и метаморфических комплексов Северо-Востока России. – Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2001. – 319 с.
8. Лаврентьева И.В., Перчук Л.Л. Экспериментальное изучение фазового соответствия в системе гранат-ортопироксен-амфибол при 700 и 800°C // Очерки физико-химической петрологии. – М.: Наука, 1991. – Вып. 16. – С. 139–164.
9. Маракушев А.А. Проблемы минеральных фаций метаморфических и метасоматических горных пород. – М.: Наука, 1965. – 327 с.
10. Петрографический кодекс России. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2009. – 200 с.
11. Dachs E. PET: Petrological elementary tools for mathematics // Computers and Geosciences. – 1998. – Vol. 24. – № 3. – P. 219–235.
12. Leake B.E., Woolley A.R., Arps C.E.S., Birch W.D., Gilbert M.C., Grice J.D., Hawthorne F.C., Kato A., Kisch H.J., Krivovichev V.G., Linthout K., Laird J., Mandarino J.A., Maresch W.V., Nickel E.H., Rock N.M.S., Schumacher J.C., Smith D.C., Stephenson N.C.N., Ungaretti L., Whittaker E.J.W., Youzhi G. Nomenclature of amphiboles: Report of the Subcommittee on Amphiboles of the International Mineralogical Association Commission on New Minerals and Mineral Names // Eur. J. Mineral. – 1997. – № 9. – P. 623–651.
13. Zhulanova I.L. The tectonic units of the North-East Asia and the Siberian Platform in Early and Late Precambrian: links and events. // Rodinia 2013: Supercontinental Cycles and Geodynamics Symposium / Eds: R. Veselovskiy, N. Lubnina. – Moscow: PERO Press, 2013. – Abstracts. – P. 85.

References

1. Alexandrov I.A. Metamorphic rocks of amphibolite facies of Dzhugdzhuro-Stanovoy folded area. Vladivostok: Dalnauka, 2010. 212 p.
2. Bibikova E.V. Uran-svintsovaya geokhronologiya rannikh etapov razvitiya drevnikh schitov. M.: Nauka, 1989. 198 p.
3. Gelman M.L. Terekhov M.I. Novye dannye o dokembriyskom kristallicheskom komplekse Omolonskogo massiva. In: Metamorphic complexes of the East of the USSR. Vladivostok: DVNTS AN SSSR, 1973. pp. 66–73.
4. Gelman M.L. Phanerozoic granitic-metamorphic domes on the North-East of Russia. Part 2. Magmatism, metamorphism and granitization in the Mesozoic domes of the Pacific Ocean. Geology. 1996. T. 15. no 1. pp. 84–93.

5. Grafchikov A.A., Fonarev V.I. Granat-ortopiroksen-plagioklaz-kvartsevy barometr (eksperimentalnaya kalibrovka) In: Ocherki fiziko-khimicheskoy petrologii. M.: Nauka, 1991. Vyp. 16. pp. 199–225.
6. Zhulanova I.L. Zemnaya kora Severo-Vostoka Azii v dokembrii i fanerozoie. M.: Nauka, 1990. 304 p.
7. Kotljarskiy I.N., Zhulanova I.L., Rusakova T.B., Gagieva A.M. Izotopnye sistemy magmaticheskikh i metamorficheskikh kompleksov Severo-Vostoka Rossii. – Magadan: SVKNII DVO RAN, 2001. 319 p.
8. Lavrenteva I.V., Perchuk L.L. Eksperimentalnoe izucheniye fazovogo sootvetstviya v sisteme granat-ortopiroksen-amfibol pri 700 i 800 °C. In: Ocherki fiziko-khimicheskoy petrologii. M.: Nauka, 1991. Vyp. 16. pp. 139–164.
9. Marakushev A.A Problemy mineralnykh fazyi metamorficheskikh i metasomaticheskikh gornykh porod. M.: Nauka, 1965. 327 p.
10. Petrograficheskiy kodeks Rossii. S-Pb.: Izd-vo VSEGEI, 2009. 200 p.
11. Dachs E. PET: Petrological elementary tools for mathematics. Computers and Geosciences. 1998. Vol. 24. no 3. pp. 219–235.
12. Leake B.E., Woolley A.R., Arps C.E.S., Birch W.D., Gilbert M.C., Grice J.D., Hawthorne F.C., Kato A., Kisch H.J., Krivovichev V.G., Linthout K., Laird J., Mandarino J.A., Maresch W.V., Nickel E.H., Rock N.M.S., Schumacher J.C.,

Smith D.C., Stephenson N.C.N., Ungaretti L., Whittaker E.J.W., Youzhi G. Nomenclature of amphiboles: Report of the Subcommittee on Amphiboles of the International Mineralogical Association Commission on New Minerals and Mineral Names. Eur. J. Mineral. 1997. no 9. pp. 623–651.

13. Zhulanova I.L. The tectonic units of the North-East Asia and the Siberian Platform in Early and Late Precambrian: links and events. Rodinia 2013: Supercontinental Cycles and Geodynamics Symposium / Eds: R. Veselovskiy, N. Lubnina. Moscow: PERO Press, 2013. Abstracts. pp. 85.

Рецензенты:

Борходоев В.Я., д.т.н., директор Аналитического центра, ведущий научный сотрудник, ФГБУН «Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н.А. Шило» ДВО РАН, г. Магадан;
Савва Н.Е., д.г.-м.н., главный научный сотрудник лаборатории петрологии, изотопной геохронологии и рудообразования, ФГБУН «Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н.А. Шило» ДВО РАН, г. Магадан.

Работа поступила в редакцию 28.07.2014.

УДК 556.01

КРУПНЕЙШИЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ВОДОНАПОРНЫЕ СИСТЕМЫ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО МЕГАБАСЕЙНА

¹Матусевич В.М., ¹Абдрашитова Р.Н., ²Яковлева Т.Ю.¹Тюменский государственный нефтегазовый университет, Тюмень, e-mail: ritte@list.ru;²Западно-Сибирский институт проблем геологии нефти и газа, Тюмень, e-mail: tyun@mail.ru

Статья посвящена результатам исследований крупнейших геодинамических водонапорных систем (ВНС) Западно-Сибирского мегабассейна (ЗСМБ): Омско-Гыданской структурной зоны (ОГСЗ) и Восточно-Уральскому краевому шву (ВУКШ). Указанные ВНС представляют собой достаточно широкие (от 10–15 до 75–150 км) межблоковые зоны, резко отличающиеся строением земной коры от сопредельных структур. Названные зоны были сформированы в результате сочленения Уральского, Таймырского, Казахстанского, Восточно-Сибирского мегаблоков земной коры и закрытия Сибирского океана. На момент объединения в единый бассейн перечисленные мегаблоки находились на различных этапах геодинамической эволюции. В статье описаны сложнейшие, своего рода мозаичные гидрогеологические условия ВУКШ и ОГСЗ: широкий разброс значений пластовых давлений, температур, контрастный химический состав (наличие как рассолов с минерализацией до 105 г/л, так и маломинерализованных вод с минерализацией до 3 г/л – в юрских и триасовых отложениях) и контрастный газовый состав. Сделана попытка объяснения с позиции новой геодинамической концепции в гидрогеологии «тяготения» крупнейших месторождений Западной Сибири к ВУКШ и ОГСЗ. Представлена гидрогеологическая модель формирования углеводородов в пределах и вблизи крупнейших геодинамических ВНС ЗСМБ.

Ключевые слова: гидрогеодинамика, водонапорная система, пластовое давление, Западно-Сибирский мегабассейн, Восточно-Уральский краевой шов, Омско-Гыданская структурная зона

LARGEST GEODYNAMIC WATER PRESSURE SYSTEM OF THE WEST SIBERIAN MEGABASIN

¹Matusevich V.M., ¹Abdrashitova R.N., ²Yakovleva T.Y.¹Tyumen State Oil and Gas University, Tyumen, e-mail: ritte@list.ru;²West Siberian Institute of Problems of Geology of Oil and Gas, Tyumen, e-mail: tyun@mail.ru

The results of researches of the largest geodynamic water pressure systems of West Siberian megabasin Omsk-Gydan structural zone and East Ural boundary value seam are presented in the article. These water pressure system is a wide (from 10–15 to 75–150 km) interblock zones. They were formed by the junction of the Urals, Taimyr, Kazakhstan, East Siberian megablocks of the crust and closing the Siberian Ocean. At the time of the junction into a single megabasin megablocks were at various stages of geodynamic evolution. In this article we describe the complex, contrasting hydrogeological conditions Omsk-Gydan structural zone and East Ural boundary value seam. This is a wide variation of reservoir pressure, temperatures, chemical composition. There are brines with mineralization up to 105 gram/liter and low mineralized water with mineralization up to 3 gram/liter in the Jurassic and Triassic sediments. The article is an explanation close position of the largest deposits of Western Siberia to Omsk-Gydan structural zone and East Ural boundary value seam according to a new geodynamic concepts in hydrogeology. The hydrogeological model of the formation hydrocarbons within and around the largest geodynamic water pressure systems of West Siberian megabasin are presented.

Keywords: hydrogeodynamics, water pressure system, reservoir pressure, the West Siberian megabasin, East Ural boundary value seam, Omsk-Gydan structural zone

Геодинамическая концепция широко и разносторонне обсуждается в современной геологии вообще и в нефтегазовой геологии в частности [1–4, 6, 8, 10, 12–14 и др.] и применяется для понимания природы гидрогеологического поля, во многом определяющего механизмы формирования и разрушения залежей углеводородов (УВ).

В настоящей статье геодинамическая концепция является основой для описания крупнейших геодинамических водонапорных систем (ВНС) Западно-Сибирского мегабассейна (ЗСМБ): Омско-Гыданской структурной зоны (ОГСЗ) и Восточно-Уральского краевого шва (ВУКШ). Геологическое строение ЗСМБ (осадочный чехол, сложенный терригенными породами) позволяет использовать все геофизические методы

для выяснения строения фундамента, выявления тектонических нарушений, зон дробления, а следовательно, и путей вертикальной и горизонтальной миграции флюидов. В пределах, например, Восточной Сибири исследования подобного рода из-за сложнейшего геологического строения более затруднительны. В любом случае с уверенностью можно сказать, что определенные в пределах ЗСМБ закономерности геодинамики ВНС могут помочь в понимании подобных процессов и в других регионах.

ЗСМБ выделен нами [10, 12] как надпорядковый подземный водный резервуар в пределах Западно-Сибирской геосинеклизы. По условиям залегания, формирования подземных вод, палеогидрогеологии и геодинамической эволюции он делится

на три сложных наложенных друг на друга резервуара I порядка (гидрогеологических бассейна):

- 1) палеозойский;
- 2) мезозойский;
- 3) кайнозойский.

Каждый из выделенных гидрогеологических бассейнов характеризуется определенной автономностью и изолированностью друг от друга. Геодинамическая модель ЗСМБ включает элементы «просвечивания» глубинных структур (мегаблоков и разломов) практически до поверхности земли. В связи с этим формировались и формируются флюидопотоки вещества и энергии, а также природные ВНС: инфльтрационные, элизионные литостатические и элизионные геодинамические.

Вопросы формирования ОГСЗ и ВУКШ, являющихся своего рода пограничными зонами, до сих пор активно обсуждаются и остаются дискуссионными. Эти ВНС представляют собой достаточно широкие (от 10–15 до 75–150 км) межблоковые зоны, резко отличающиеся строением земной коры от сопредельных структур. Последнее обстоятельство позволяет рассматривать их в качестве самостоятельных структур, формирующихся в специфической геодинамической обстановке, обусловленной изменением взаимоположения крупных блоков в процессе развития земной коры. Эти межблоковые структуры и в настоящее время развиваются в условиях действия различных напряжений, как латеральных, так и вертикальных. Расчеты показывают, что при скоростях сближения блоков порядка десятка миллиметров в год в пограничной зоне выделяется такое количество энергии, которого вполне достаточно для обеспечения всех геологических процессов, формирующих современный облик этих зон [6]. Не случайно именно с районами, близкими к ОГСЗ и ВУКШ, связаны гигантские скопления УВ [4, 12].

История формирования ОГСЗ и ВУКШ. Многие исследователи отмечают, что варианты схемы районирования фундамента Западно-Сибирской геосинеклизы сильно отличаются в трактовке разных авторов. К.С. Иванов, В.А. Коротеев и другие [7] считают, что общей чертой является представление о продолжении в пределах фундамента Западной Сибири окружающих геосинеклизу палеозойских складчатых поясов и их структурно-формационных зон.

Фундамент Западно-Сибирской геосинеклизы – это гетерогенное (сложнообразованное) и гетерохронное (сложновременное) тектоническое сооружение. Основные элементы его – разновозрастные палеоостроводужные системы, омолаживающиеся от периферии

к центру плиты и часто разделенные офиолитовыми швами; микроконтиненты с древним фундаментом; остаточные впадины с литосферой протерозойских океанов в фундаменте и рифтовые зоны с консолидированной корой базальтового состава [3]. Рифтовая система фундамента Западно-Сибирской геосинеклизы состоит из грабен-рифтовых зон и межрифтовых блоков-поднятий.

ЗСМБ является сложным бассейном, образовавшимся в результате столкновения трех основных мегаблоков, произошедшего после закрытия Сибирского океана (ими являются складчатые комплексы Казахстана, сооружения Урала и Таймыра, Сибирской платформы). На момент объединения в единый бассейн перечисленные блоки находились на различных этапах геодинамической эволюции. В соответствии с эволюцией мегаблоков (цикл Уилсона [10, 12]) и их частей находился и характер формирующихся в их пределах ВНС (рис. 1).

В Сибирском и Казахстанском мегаблоках развивались элизионные литостатические ВНС пассивных окраин континента. Уральский и Таймырский мегаблоки, представляющие собой сложные многоэтажные сооружения из осадочных бассейнов активных окраин, островных дуг, окраинных морей, задуговых бассейнов, характеризовались элизионными геодинамическими ВНС.

Начавшееся после столкновения описанных мегаблоков повторение цикла Уилсона привело к образованию рифтовой системы ЗСМБ с такими основными элементами, как Уренгойско-Колтогорский, Аганский и другие рифты, в пределах которых возникли депрессионные ВНС, обладающие гетерогенностью гидрогеологического поля. Результатом затухания тектонической деятельности и возвращения региона на более позднюю стадию геодинамического развития явилось образование крупного надрифтового осадочного бассейна юрско-мелового возраста. В результате отражения геологической предыстории сформировалась асимметрия бассейна.

Со стороны бывших пассивных окраин происходил активный снос терригенного материала в наиболее глубоководные части, приуроченные к бывшим активным окраинам континента, где накапливались субглинистые толщи. Такое распределение осадочного материала привело к образованию в бассейне двух резко-контрастных ВНС – элизионной литостатической в западной части плиты и инфльтрационной – в восточной и южной. Разделяющими их границами явились телионные (термин А.А. Карцева) ВНС девонско-триасовых рифтов, которые «просвечивают» через весь осадочный чехол.

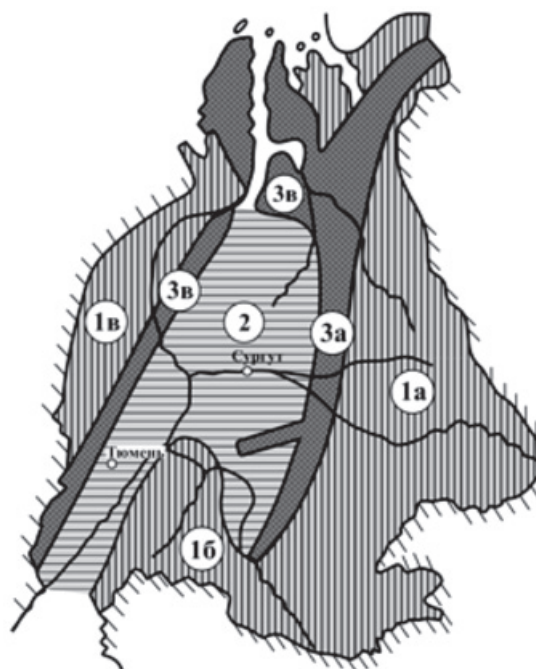


Рис. 1. Водонапорные системы и мегаблоки ЗСМБ [10, 12].

Условные обозначения: 1 – инфильтрационные системы (1а – восточного мегаблока; 1б – юго-западного мегаблока; 1в – приуральского мегаблока); 2 – элизионная литостатическая система западного мегаблока; 3 – элизионные геодинамические системы (3а – Омско-Гыданской структурной зоны; 3б – Восточно-Уральского краевого шва; 3в – Ямало-Гыданских линеаментов); 4 – граница ЗСМБ

При столкновении мегаблоков произошла встреча двух генетически разных потоков – западного (элизионного) и восточного (инфильтрационного). Это привело к формированию различных гидрогеохимических барьеров вблизи ОГСЗ [10, 12].

В соответствии с представлениями О.Г. Жеро формирование ОГСЗ началось в девоне. Значительная часть этой зоны в тектоническом отношении соответствует Колтогорско-Уренгойскому грабен-рифту, являющемуся крупнейшей рифтовой структурой доюрского фундамента Западно-Сибирской геосинеклизы. Он простирается почти меридионально от г. Омска на юге, пересекает всю Западную Сибирь, акваторию Карского моря и раскрывается в глубоководной котловине Нансена в Северном Ледовитом океане. В 1958 г. И.В. Дербиным эта аномальная зона была классифицирована как региональный глубинный разлом, который им был назван Омским. О.Г. Жеро в 1967 г. в результате комплексного анализа геологических материалов было установлено, что структура, именуемая Омским глубинным разломом, является наиболее поздней в строении фундамента и сечет своей южной частью позднепалеозойские структурные зоны. Протяженность Колтогорско-Уренгойского грабен-рифта

в пределах геосинеклизы составляет более 1800 км. Несмотря на линейность рифтовой зоны при более детальном ее рассмотрении анализом данных высокоточных съемок ярко вырисовываются многочисленные нарушения сплошности грабен-рифта. В ряде мест рифтогенезом были затронуты синклиновые зоны (например, Ларьякский межгорный прогиб), в других случаях – древние разломы. Таков отрезок грабен-рифта на севере геосинеклизы, где он, по-видимому, ассимилировал шовный разлом, разграничивающий надояхский Карельский срединный массив и позднегерцинскую Центрально-Западносибирскую складчатую систему.

Высокие скорости осадконакопления в пределах ОГСЗ привели к активному элизионному водообмену. Одновременно с этим процессы растяжения и сжатия при рифтогенезе приводили как к интрузиям глубинных вод, так и, наоборот, к «всасыванию» элизионных вод в глубокие горизонты. Таким образом, здесь получили развитие геодинамические элизионные ВНС со сложным распределением гидродинамических, термобарических условий и своеобразным гидрогеохимическим обликом. В пределах ОГСЗ отмечается множество крупных гидрогеодинамических аномалий. В северной ее части наблюдают-

ся пластовые давления, превышающие гидростатическое в 1,7–1,8 раза. На юге ОГСЗ протягивается субмеридиональная зона пониженного давления шириной 100–150 км (от Северо-Хохряковской до Илей-Егайской разведочной площади), где фиксируются пластовые давления на 3–4 МПа ниже гидростатических.

С проблемой формирования и развития Урала тесно связан вопрос о ВУКШ, который активно обсуждается на протяжении многих лет. Граница Урала и Западной Сибири не только пространственная, но и временная; непосредственной границей между ними является сброс в западном борту Северо-Сосьвинского грабена, протягивающегося в Приполярной части региона на 350 км в субмеридиональном направлении вдоль «открытого» Урала [7].

С одной стороны, по характеру региональных геофизических полей и предполагаемым особенностям глубинного строения Урал отличается от западной окраины Западно-Сибирской геосинеклизы. Важным отличием является значительно более широкое развитие (по сравнению с Уралом) вулканогенных толщ триаса в фундаменте Западно-Сибирской плиты [7]. С другой стороны, в морфологии ряда локальных аномальных геофизических полей, а также серпентинитовых массивов, в составе и строении доюрского фундамента Западно-Сибирской геосинеклизы и «открытого» Урала много общего, что не дает оснований однозначно провести границу между ними под чехлом развитых здесь мезозойско-кайнозойских отложений [6]. По результатам исследований земной коры по линии геотраверса «ГРАНИТ» [6] был сделан вывод о том, что более предпочтительна модель развития Уральского подвижного пояса, которая предполагает надвижение и изгибание вверх (наподобие «носки лыжи») фронтальной части земной коры Западно-Сибирской геосинеклизы. В то же время А.И. Вишняк, И.А. Четверкин [5] и другие отмечают, что на современном этапе развития вдоль шва происходят подвижки, благодаря которым фундамент Западной Сибири продолжается под более древние архейско-протерозойские породы Урала под углом примерно 30°. Постепенное омоложение магматизма Урала в восточном направлении, вероятно, обусловлено выделением тепла в зоне сочленения мегаблоков земной коры, постепенным прогреванием и вовлечением в процесс магмогенерации верхних частей коры. Этим же можно объяснить отсутствие сколько-нибудь значительных объемов магматизма на западном склоне Урала [6].

К западному борту межблоковой зоны (или к восточной окраине Зауральской складчатой системы), где земная кора достаточно контрастна и относительно легкие блоки перемежаются с плотными как в верхней, так и в нижней ее частях, приурочены крупные месторождения УВ Краснотенинского свода. Характерной особенностью строения коры этой пограничной структуры является то, что практически все сейсмические границы, разделяющие блоки с различными физическими свойствами, имеют западное падение. Такая морфология разреза могла сформироваться при частичном скручивании коры, когда соприкосновение блоков по нарушениям западного падения приводило к погружению их западных частей или вздыманию восточных [7]. Все описанные процессы сказались и на структуре гидрогеологического поля: в районе Краснотенинского свода, примыкающего к ВУКШ, проявляется система глубоких пьезоминимумов и пьезомаксимумов напоров подземных вод. Дефицит пластового давления на Талинской и Пальяновской площадях достигает 5–8 МПа, а превышение условного гидростатического давления на Ем-Еговской и Каменной структурах составляет 4–7 МПа.

Не исключено, что ВУКШ формировался в едином геодинамическом режиме при перемещении Западно-Сибирской геосинеклизы на запад и оказал существенное влияние на создание условий, благоприятствующих накоплению мощнейших глинистых толщ в западном мегаблоке (так называемый «фроловский барьер»).

Современные гидрогеологические характеристики ОГСЗ и ВУКШ. ОГСЗ и ВУКШ являются геодинамическими ВНС с присущими им чертами сжатия (компрессионная геодинамическая ВНС) и растяжения (депрессивная геодинамическая ВНС) [10, 12] и характеризуются сложным распределением гидродинамических, термобарических условий и своеобразным гидрогеохимическим обликом.

Например, в пределах ОГСЗ в толще неокотских отложений выделяется 23–25 уровней сейсмической активности, каждый из которых отвечает времени оживления движений по глубинному разлому, и фиксируются положительные аномалии большой интенсивности в гравитационном и магнитном полях [14]. ВУКШ характеризуется проявлением локальных гравитационных максимумов, субпараллельных главной линии гравитационных максимумов Уральского орогена. Интенсивность положительной аномалии может достигать 150 мГал. Здесь отмечаются и локальные

гравитационные минимумы, например в Березовском нефтегазоносном районе. Отрицательные значения интенсивности поля иногда составляют менее 10 мГал. Чрезвычайно высокая локальность тектонических процессов в зоне сочленения Урала и Западной Сибири выразилась здесь в чередовании минимумов и максимумов гравитационного поля.

Гравитационно-тектонические напряжения в земной коре ОГСЗ и ВУКШ привели к формированию гетерогенных составляющих гидрогеологического поля. Подземные воды рассматриваемых районов характеризуются высокими концентрациями углекислого газа и микроэлементов, напряженным гидрогеотермическим полем.

Латеральная неоднородность ВНС достаточно рельефно выступает в пределах ОГСЗ. Здесь наблюдаются как сверхгидростатические давления (СГПД) – до 1,8 условного гидростатического, так и минимальные начальные пластовые давления – до 0,8. Отклонения от гидростатического давления в ту или иную сторону, по-видимому, связаны с особенностями геодинамического развития рифтовых зон – растяжением земной коры, инверсионным сжатием. Пространственное совпадение СГПД и высокой минерализации вод (рассолы в породах неэвапоритового облика) можно объяснить вертикальными перетоками флюидов из палеозойского гидрогеологического бассейна в мезозойский. Наоборот, снижение напоров происходит благодаря растяжению земной коры при рифтогенезе, как это и имеет место в ОГСЗ. Кроме того, здесь присутствуют рассолы не только в юрских, но и неокотских отложениях, что обычно объясняют проникновением их из толщ палеозоя в связи с опесчаниванием разреза. В местах пересечения рифтовых зон различного времени заложения, где по данным сейсморазведки фиксируются разрывные нарушения, воды меловых отложений имеют минерализацию рассолов (Вэнга-Яхинская, Северо-Губкинская, Комсомольская площади). Локализация рассолов в юрских отложениях тяготеет к линии Уренгойско-Колтогорского грабен-рифта, в Колпашевском Приобье и Омской впадине минерализация достигает 105 г/л, при этом – отмечается высокое содержание брома (до 187 мг/л) [10–13].

Чередование рифтовых систем с участками растяжения и сжатия – благоприятный фактор формирования не только зон СГПД, но и гидродинамических систем депрессионного типа (снижение напоров вниз по разрезу).

Депрессионные ВНС характерны как для ОГСЗ (особенно ее южной части), так

и для ВУКШ. Признаки перетоков флюидов из мезозойского бассейна в палеозойский наблюдаются на Илей-Егайской площади, где дефицит начальных пластовых давлений в палеозойских отложениях достигает 3,8 МПа, и на прилегающих к ОГСЗ Каймысовском и Нижневартовском сводах, где фиксируются пониженные пластовые давления в юрских отложениях [10, 12]. Дефицит давлений в районе Красноленинского свода достигает 5–8 МПа в юрских отложениях, в среднем составляя 1,6 МПа [1].

Изучение гидрогеохимического материала по территории Красноленинского свода позволяет отметить следующие особенности. В зоне «всасывания» или пьезо-минимума (Талинская площадь) в юрских отложениях наблюдается нормальная гидрогеохимическая зональность (рис. 2). При этом наибольшие значения минерализации подземных вод наблюдаются в наиболее погруженных отложениях тюменской и шеркалинской свит, залегающих в прогибе доюрского фундамента. Такие условия характерны для развития геодинамической депрессионной ВНС. Аэрокосмические, геофизические исследования строения юрских отложений и палеозойского фундамента подтверждают это. В зоне пьезомаксимума (Ем-Еговская, Пальяновская площади) с глубиной наблюдается достаточно ощутимая гидрогеохимическая инверсия (рис. 3). Максимальная минерализация пластовых вод здесь не превышает 12 г/л. Такое распределение минерализации в совокупности с фактом существования СГПД связано с приуроченностью территории к ВНС элизионного типа, характеризующейся повышенным напором подземных вод.

Подземные воды глубоких горизонтов в пределах рассматриваемых геодинамических ВНС характеризуются и повышенным содержанием углекислого газа. Его образование связано с термометаморфическими процессами, протекающими главным образом в карбонатсодержащих породах. Например, на таких площадях, как Шаймская, Самутнельская, Межовская [15], насыщенность содовых вод углекислотой достигает 80% и более. Исследователи, занимавшиеся Шадринским месторождением углекислых вод [5], путем изучения поровых растворов и проведением изотопных анализов воды и газа установили, что источником углекислого флюида являются содержащие карбонаты породы девона и карбона, слагающие фундамент Западно-Сибирской геосинеклизы. Содержание CO_2 достигает здесь 3,20–3,25 г/л. Движение паро-газо-водяного флюида с глубин 20–30 км может происходить только по локальным ослабленным

зонам разрывных нарушений, которые образуют в районе Шадринска своеобразный узел. Высокая концентрация углекислоты термометаморфического происхождения способствует обогащению подземных вод микроэлементами. Например, содержание ртути в водах Шаимского района достигает 100–180 мкг/л. Определенная часть ртути имеет ювенильную природу: здесь вдоль осевой части Шаимского вала установлен

разлом, к которому приурочены тепловая и газовая аномалии (подземные воды газируют углекислотой). На всем протяжении этого разлома (площади Толумская, Трехозерная, Тетеревская, Убинская) наблюдается высокое содержание ртути (до 60 мкг/л) и кадмия (до 57 мкг/л). В юго-восточных районах ЗСМБ аномалии ртути в подземных водах также наблюдаются в зонах разрывных нарушений, секущих осадочный чехол [9].

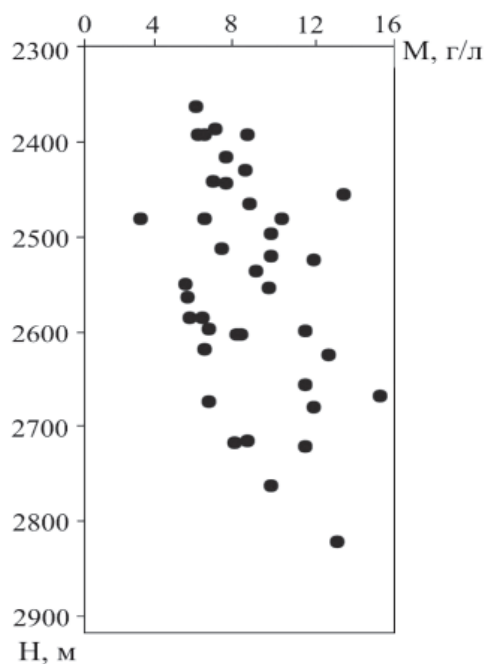


Рис. 2. Изменение минерализации подземных вод юрского комплекса с глубиной (зона пьезоминимума) [1, 2]

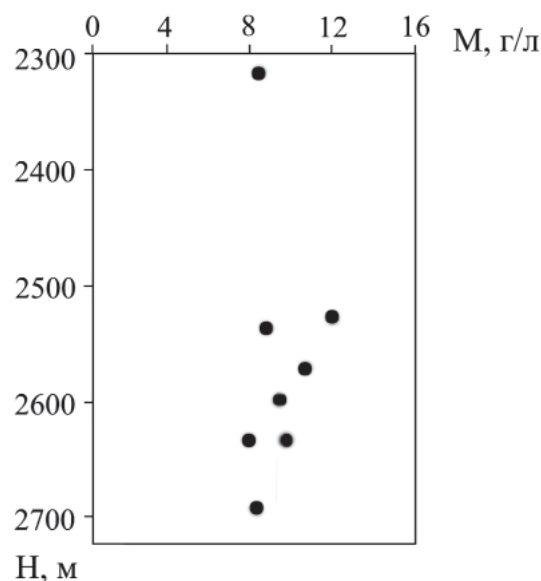


Рис. 3. Изменение минерализации подземных вод юрского комплекса с глубиной (зона пьезомаксимума) [1, 2]

Главной отличительной чертой гидрогеотермического поля ОГСЗ и ВУКШ является наличие жестких геотермических условий. На зависимость характера распределения температур от возраста консолидации отдельных блоков Западно-Сибирской геосинеклизы указывалось Б.П. Ставицким, Ю.Г. Зиминым, А.Э. Конторовичем, А.Р. Курчиковым [8].

Превышение температур в зоне Уренгойско-Колтогорского грабен-рифта над фоновыми сохраняется и в настоящее время. В качестве примера А.Р. Курчиковым [8] приводится сопоставление температур на глубине 3 км на площадях Западно-Таркосалинской, удаленной от желоба рифта, и Восточно-Таркосалинской, находящейся на его борту. Во втором пункте температуры на 12 °С выше, чем в первом. На глубине 3,0 км надежно гарантируется превышение температур около 4–5 °С.

Заключение

Анализ гидрогеологической структуры крупнейших геодинамических ВНС ЗСМБ еще раз подтвердил, что процесс формирования подземных вод следует рассматривать как двуединую модель, связанную с плективной тектоникой (сопровожающей прогрессивный осадочный литогенез) и тектоническими факторами на всех этапах развития мегабассейна. Также значительное влияние на процесс формирования подземных вод оказывают процессы нефтегазообразования и нефтегазоаккумуляции.

ОГСЗ и ВУКШ представляют большой интерес как с точки зрения решения фундаментальных проблем формирования подземных вод, так и с точки зрения решения прикладных задач, связанных с региональным, зональным и локальным прогнозами нефтегазоносности. В частности, одним из

гидрогеологических показателей нефтегазоносности является наличие инверсионной гидрогеохимической зональности, очень часто встречающейся в пределах ВУКШ и ОГСЗ. ВНС депрессионного типа являются зонами разгрузки вод из мезозойского бассейна в палеозойский по трещинным зонам. Данное обстоятельство открывает перспективы поисков гидродинамических ловушек нефти в породах палеозойского гидрогеологического бассейна. Участки геодинамических ВНС компрессионного типа (зоны сжатия земной коры) также достаточно часто встречаются в пределах ОГСЗ и ВУКШ. Подземные воды здесь в основном маломинерализованные (до 3 г/л в юрских отложениях на Талинском месторождении вблизи ВУКШ, и примерно такая же минерализация подземных вод зафиксирована в триасовых отложениях по данным опробования ТСГ-6 в пределах ОГСЗ) из-за разбавления элизионными (возрожденными) водами. Второй причиной малой минерализации вод, а следовательно и инверсионной гидрогеохимической зональности в пределах ОГСЗ и ВУКШ, являются инъекции глубинных высокощелочных паро-газоводяных флюидов. Достоверных данных о составе этих вод на сегодняшний день нет. Мы можем только предполагать на основе наложения гидрогеохимических, гидрогеодинамических, гидрогеотемпературных карт на карты нарушений фундамента [1, 12] очень низкую минерализацию этих вод и высокую температуру. Заслуживающим внимания является и факт наличия рассолов в подземных водах рассматриваемых крупнейших геодинамических ВНС (до 105 г/л – Омская впадина), что еще раз указывает на сложнейшие, своего рода мозаичные гидрогеологические условия ВУКШ и ОГСЗ. Точечно подобные аномалии встречаются и в пределах литостатических мегаблоков ЗСМБ, но в связи с высокой концентрацией разрывных нарушений вблизи ОГСЗ и ВУКШ здесь указанные аномалии проступают наиболее рельефно. Разнонаправленные тектонические напряжения, влияние ВУКШ и ОГСЗ как «ограничивающих бортов» на породы осадочного чехла ЗСМБ привели здесь к высокой концентрации процессов природного гидравлического трещинообразования (гидроразрыва), что является одной из причин наличия вблизи этих зон гигантских скоплений углеводородов (Большой Уренгой, Самотлор, Краснотенский и Приуральский нефтегазоносные районы). Причем интересно, что на больших глубинах в пределах ОГСЗ и ВУКШ наблюдаются факты разуплотнения пород, наличие пустотных пространств

(ТСГ-7, ТСГ-6), которые могут служить ловушками для нефти и газа.

Многими авторами указывается, что наибольшие перспективы нефтегазоносности связаны с мобильными участками земной коры – рифтовыми зонами. Р.М. Бембель, В.М. Мегеря [4] и другие ученые отмечают, что на восточном склоне Урала в выявленном узком предгорном прогибе следует ожидать открытия богатейших месторождений нефти и газа, так как самые богатые нефтегазоносные территории в мире в основном сосредоточены в предгорных прогибах. Много общего в этом плане с ВУКШ имеет и ОГСЗ: наличие зон дробления, тектонических нарушений, периодически поступающих глубинных флюидов, процессы «всасывания» флюидов в разломы фундамента – все эти факторы, несомненно, накладывают отпечаток на нефтегазообразование и нефтегазонакопление, часто интенсифицируя эти процессы. Так, основная часть выявленных залежей УВ сосредоточена вдоль линейно-вытянутых участков западного борта ОГСЗ [12].

В общем, гидрогеологическая модель формирования углеводородов в пределах и вблизи ОГСЗ и ВУКШ, несмотря на ее сложность, разнонаправленность флюидопотоков, неравномерность поля нефтенасыщенности в площадном отношении, в полной мере отвечает осадочно-миграционной теории формирования углеводородов Н.Б. Вассоевича.

Список литературы

1. Абдрашитова Р.Н. Влияние разломно-блокового строения фундамента на гидрогеохимическое поле Краснотенского свода // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – Тюмень: ТГНГУ, 2011. – № 4. – С. 15–19.
2. Абдрашитова Р.Н., Матусевич В.М., Куликов Ю.А. Гидрогеологические условия формирования залежей нефти Фроловской нефтегазоносной области // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – Тюмень: ТГНГУ, 2010. – № 5. – С. 10–18.
3. Аплонов С.В. Геодинамика: учебник. – СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2001. – 360 с.
4. Бембель Р.М., Мегеря В.М., Бембель С.Р. Геосоли-тоны: функциональная система Земли, концепция разведки и разработки месторождений углеводородов. – Тюмень: Вектор Бук, 2003. – 344 с.
5. Вишняк А.И., Четверкин И.А., Новиков В.П., Плотникова Р.И. Гидрогеологическая модель Шадринского месторождения углекислых минеральных вод как основа оценки его запасов // Разведка и охрана недр. – 2011. – № 11. – С. 35–43.
6. Геотраверс «ГРАНИТ»: Восточно-Европейская платформа – Урал – Западная Сибирь (строение земной коры по результатам комплексных геолого-геофизических исследований) / под ред. С.Н. Кашубина. – Екатеринбург: Главное управление природных ресурсов и охраны окружающей среды МПР России по Свердловской области. ФГУП «Баженовская геофизическая экспедиция», 2002. – 312 с.
7. Иванов К.С., Ерохин Ю.В., Писецкий В.Б., Пономарев В.С., Погромская О.Э. Новые данные о строении фун-

даменты Западно-Сибирской плиты // Литосфера. – 2012. – № 4. – С. 91–106.

8. Курчиков А.Р. Гидрогеотермические критерии нефтегазоносности. – М.: Недра, 1992. – 231 с.

9. Матусевич В.М. Геохимия подземных вод Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна. – М.: Недра, 1976. – 158 с.

10. Матусевич В.М., Бакуев О.В. Геодинамика водонапорных систем Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна // Советская геология. – 1986. – № 2. – С. 117–122.

11. Матусевич В.М., Ковяткина Л.А. Подземные воды мезозойского гидрогеологического бассейна Западно-Сибирского мегабассейна // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – Тюмень: ТГНГУ, 2014. – № 3. – С. 10–17.

12. Матусевич В.М., Рыльков А.В., Ушатинский И.Н. Геофлюидальные системы и проблемы нефтегазоносности Западно-Сибирского мегабассейна. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2005. – 225 с.

13. Матусевич В.М., Рыльков А.В., Ушатинский И.Н., Семенова Т.В. Микроэлементы подземных вод в решении фундаментальных геологических проблем Западно-Сибирского мегабассейна // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – Тюмень: ТГНГУ, 2005. – № 1. – С. 5–14.

14. Предтеченская Е.А., Фомичев А.С. Влияние разрывных нарушений на температурный режим и катагенетические преобразования мезозойских отложений Западно-Сибирской плиты // Нефтегазовая гидрогеология. Теория и практика. – Т.6. – № 1. – 2011.

15. Розин А.А. Подземные воды Западно-Сибирского артезианского бассейна и их формирование. – Новосибирск: Наука, 1977. – 102 с.

References

1. Abdrashitova R.N. Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Neft' i gaz – *News of higher educational institutions. Oil and gas*, 2011, no.4, pp. 15–19.

2. Abdrashitova R.N., Matusevich V.M., Kulikov Ju.A. Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Neft' i gaz – *News of higher educational institutions. Oil and gas*, 2010, no.5, pp. 10–18.

3. Aplonov S.V. Geodinamika: Uchebnik [Geodynamics: textbook]. St. Petersburg.: St. Petersburg Univ., 2001. 360 p.

4. Bembel' R.M., Megerja V.M., Bembel' S.R. Geosolitonny: funktsional'naja sistema Zemli, koncepcija razvedki i razrabotki mestorozhdenij uglevodorodov [Geosolitonny: functional system of the Earth, the concept of exploration and exploitation of hydrocarbons]. Tjumen': Vektor Buk, 2003. 344 p.

5. Vishnjak A.I., Chetverkin I.A., Novikov V.P., Plotnikova R.I. Razvedka i ohrana neдр – *Exploration and protection of natural resources*, 2011, no.11, pp. 35–43.

6. Geotravers «GRANIT»: Vostochno-Evropejskaja platforma – Ural – Zapadnaja Sibir' (stroenie zemnoj kory po rezul'tatam kompleksnyh geologo-geofizicheskikh issledovanij). Pod red. S.N. Kashubina [Geotraverse «GRANITE»: The east European platform – Ural – Western Siberia (a crust structure by results of complex geologic-geophysical researches). Under

the editorship of S. N. Kashubin]. Yekaterinburg: Head department of natural resources and environmental protection of MPR of Russia across Sverdlovsk region. FGUP «Bazhenovskiy geofizicheskij ekspeditsionnyy», 2002. 312 p.

7. Ivanov K.S., Erohin Ju.V., Piseckij V.B., Ponomarev V.S., Pogromskaja O.Je. Litosfera – *Lithosphere*, 2012, no.4, pp. 91–106.

8. Kurchikov A.R. Gidrotegothermicheskie kriterii neftegazonosnosti [Hydrogeothermal criteria of petroleum potential]. Moscow: Nedra, 1978. 157 p.

9. Matusevich V.M. Geohimija podzemnyh vod Zapadno-Sibirskogo neftegazonosnogo bassejna [Geochemistry of underground waters of the West Siberian oil-and-gas basin]. Moscow: Nedra, 1976. 158 p.

10. Matusevich V.M., Bakuev O.V. Sovetskaja geologija – *Soviet Geology*, 1986, no.2, pp. 117–122.

11. Matusevich V.M., Kovjatkina L.A. Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Neft' i gaz – *News of higher educational institutions. Oil and gas*, 2014, no.3, pp. 10–17.

12. Matusevich V.M., Ryl'kov A.V., Ushatinskij I.N. Geoflyuidal'nye sistemy i problemy neftegazonosnosti Zapadno-Sibirskogo megabassejna [Geoflyuidalnye of system and problems of oil-and-gas content West Siberian megabasin]. Tjumen': Tjumen gosudarstvenny oil and gas university, 2005. 225 p.

13. Matusevich V.M., Ryl'kov A.V., Ushatinskij I.N., Semenova T.V. Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Neft' i gaz – *News of higher educational institutions. Oil and gas*, 2005, no.1, pp. 5–14.

14. Predtechenskaja E.A., Fomichev A.S. Neftegazovaja gidrogeologija. Teorija i praktika – *Oil and gas hydrogeology. Theory and practice*. 2011, no.1, Vol. 6.

15. Rozin A.A. Podzemnye vody Zapadno-Sibirskogo artzianskogo bassejna i ih formirovanie [Groundwater West Siberian Artesian Basin and their formation]. Novosibirsk: Nauka, 1977. 102 p.

Рецензенты:

Бембель С.Р., д.г.-м.н., начальник научно-исследовательского комплексного отдела по управлению выработкой запасов углеводородов Тюменского отделения «СургутНИПИнефть», г. Тюмень;

Плавник А.Г., д.т.н., старший научный сотрудник лаборатории гидрогеологии и геотермии, руководитель сектора «Геоинформационное обеспечение решения задач гидрохимического анализа подземных вод Западной Сибири» Западно-Сибирского филиала Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, г. Тюмень.

Работа поступила в редакцию 28.07.2014.

УДК 624.131

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА АГРЕГАЦИИ ЧАСТИЦ В ГЛИНИСТЫХ ГРУНТАХ ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ ИХ УГЛЕВОДОРОДАМИ**Середин В.В., Ядзинская М.Р.***Пермский государственный национальный исследовательский университет,
Пермь, e-mail: kafedra.ingeo@gmail.com*

При разработке и эксплуатации нефтяных месторождений достаточно часто на земную поверхность проливается нефть, которая распространяется как вглубь, так и по поверхности грунтового массива. В результате этого процесса в поровом растворе грунта появляется техногенная компонента – нефть. Наличие этой новой компоненты ведет к изменению свойств грунтов, которые в свою очередь определяют несущую способность грунтового основания существующих зданий и сооружений. Многие вопросы изменения прочностных свойств грунтов, загрязненных углеводородами, изучены не достаточно полно, а результаты иногда противоречивы. Так, одним из основных факторов, определяющих свойства грунтов, является размер структурных элементов. Однако вопросы агрегирования частиц глинистых грунтов, загрязненных углеводородами, изучены достаточно слабо. Поэтому целью данной работы является исследование закономерностей агрегации частиц в глинистых грунтах, поровым раствором которых являются углеводороды и вода.

Ключевые слова: грунты, физико-механические свойства, инженерная геология, микроагрегатный состав глин**STUDY OF PARTICLES AGGREGATION MECHANISM IN CLAY SOILS HYDROCARBON POLLUTED****Seredin V.V., Yadzinskaya M.R.***Perm State National Research University, Perm, e-mail: georiff@yandex.ru*

The development and exploitation of oil fields often enough to the earth's surface oil spills, which applies to both inland and on the surface of the soil mass. As a result of this process in the soil pore solution appears a technological component – oil. The presence of this new component leads to a change in properties of soils, which in turn determine the bearing capacity of the subgrade of existing buildings and structures. Many questions changes in strength properties of soils contaminated with hydrocarbons, have not been studied adequately, and the results are sometimes contradictory. Thus, one of the main factors determining the properties of soils is the size of the structural elements. However, questions of particle aggregation clay soils contaminated with hydrocarbons studied quite poorly. The aim of this work is to study the laws of particle aggregation in clay soils, the pore solution which are hydrocarbons and water.

Keywords: soils, physical and mechanical properties, engineering geology, microaggregate composition of clays

При разработке и эксплуатации нефтяных месторождений достаточно часто на земную поверхность проливается нефть [3, 6], которая распространяется как по разрезу, так и по площади грунтового массива. В результате этого процесса в поровом растворе грунта появляется техногенная компонента – нефть. Наличие этой новой компоненты ведет к изменению свойств грунтов, которые в свою очередь определяют несущую способность грунтового основания существующих зданий и сооружений.

Исследованиями изменений физико-механических свойств грунтов при загрязнении их нефтью и нефтепродуктами занимались Н.Н. Бракоренко и Т.Я. Емельянова, А.П. Казёнников [2], Ю.Н. Копылов, Ю.А. Нефедьева [4], В.В. Середин, М.Р. Ядзинская [9], Л.В. Шевченко, И.В. Ширшова и другие.

Многие вопросы изменения прочностных свойств грунтов, загрязненных углеводородами, изучены не достаточно полно, а результаты иногда противоречивы. Так, одним из основных факторов, определя-

ющих свойства грунтов, является размер структурных элементов. Однако вопросы агрегирования частиц глинистых грунтов, загрязненных углеводородами, изучены достаточно слабо. Поэтому целью данной работы является исследование закономерностей агрегации частиц в глинистых грунтах, поровым раствором которых являются углеводороды и вода.

Материалы и методы исследований

Все лабораторные исследования грунтов проходили на базе лаборатории грунтоведения при Пермском государственном национальном исследовательском университете.

Объект исследований: глина каолинистая, суплики и супеси. Для проведения испытаний в качестве поровой жидкости были выбраны вода дистиллированная и масло машинное.

Подготовка образцов производилась следующим образом: в сухой порошкообразный грунт, добавлялась дистиллированная вода (20 %) и масло моторное марки «ЛУКОЙЛ-МОТО 2Т» (МГД-14м) в концентрациях 1,5; 2,5; 4,5 и 10 %. Затем полученная масса помещалась в эксикатор на 1 сутки. Далее определялся гранулометрический и микроагрегатный состав согласно методике ГОСТ 12536-79.

Масло моторное марки «ЛУКОЙЛ-МОТО 2Т» (МГД-14м) имеет следующие физико-химические характеристики:

- вязкость кинематическая при 100°C – 13,5–15,5 мм²/с;
- индекс вязкости – 90;

- температура вспышки в открытом тигле – 215°C;
- температура застывания – минус 15°C;
- общая щелочность – 2,0 мг КОН/1 г;
- массовая доля сульфатной золы – 0,25% масс;
- моющие свойства по ПЗВ – 0,5 баллов.

Результаты исследований приведены в табл. 1–3.

Таблица 1

Изменение микроагрегатного состава глины при загрязнении ее маслом моторным

Степень нефтяного загрязнения, %	Содержание микроагрегатов в каждой фракции, %								
	Песок				Итого песчаной фракции	Пыль		Итого пылеватой фракции	Глина < 0,005
	1–0,5	0,5–0,25	0,25–0,1	0,1–0,05		0,05–0,01	0,01–0,005		
0,0	0,05	0,50	1,40	0,01	1,96	39,22	9,81	49,02	49,02
1,5	0,05	0,20	1,50	0,02	1,77	49,12	9,82	58,95	39,28
2,5	0,05	0,30	2,00	0,40	2,75	58,59	29,30	87,89	9,36
4,5	0,10	0,45	1,65	0,00	2,20	19,56	39,12	58,68	39,12
10,0	0,10	0,40	1,50	0,02	2,02	29,40	19,60	49,00	48,98

Таблица 2

Изменение микроагрегатного состава суглинка при загрязнении его маслом моторным

Степень нефтяного загрязнения, %	Содержание микроагрегатов в каждой фракции, %								
	Песок				Итого песчаной фракции	Пыль		Итого пылеватой фракции	Глина <0,005
	1–0,5	0,5–0,25	0,25–0,1	0,1–0,05		0,05–0,01	0,01–0,005		
0,0	1,13	4,76	11,53	0,01	17,44	16,51	43,03	49,54	33,02
1,5	2,43	6,80	5,76	0,01	15,04	22,66	22,66	45,32	39,64
2,5	2,66	11,06	16,13	0,03	29,90	42,08	40,00	42,08	28,02
4,5	1,56	5,63	6,83	0,01	14,04	40,12	11,46	51,58	34,38
10,0	2,90	6,40	6,23	0,01	15,54	39,42	5,63	45,05	39,41

Таблица 3

Изменение микроагрегатного состава супеси при загрязнении ее маслом моторным

Степень нефтяного загрязнения, %	Содержание микроагрегатов в каждой фракции, %								
	Песок				Итого песчаной фракции	Пыль		Итого пылеватой фракции	Глина <0,005
	1–0,5	0,5–0,25	0,25–0,1	0,1–0,05		0,05–0,01	0,01–0,005		
0,0	0,675	9,825	24,05	0,01	34,56	52,36	6,54	58,90	6,54
1,5	0,675	7,5	19,325	0,02	27,52	47,13	18,13	65,25	7,23
2,5	16,875	9,4	21,125	0,01	47,41	21,04	23,67	44,71	7,88
4,5	25,95	0,45	9,4	0,00	35,80	6,42	54,57	60,99	3,21
10,0	11,05	7,275	13,9	0,02	32,25	44,05	16,94	61,00	6,76

Результаты исследований и их обсуждение

На рис. 1 приведен график изменения микроагрегатного состава глины при загрязнении ее маслом моторным. Из рис. 1 видно, что при увеличении в поровой жидкости грунта масла моторного (УВ) до 2,5% наблюдается уменьшение содержания глинистой фракции. Это можно объяснить коагуляцией глинистых частиц, при увеличении же содержания УВ в грунте более 2,5% содержание глинистой фракции увеличивается, что обусловлено, вероятно, процессом диспергации.

Изменение содержания в глинах пылеватой фракции не связано с процессами диспергации и агрегации, а обусловлено изменением содержания в грунтах глинистой фракции. Так, при концентрации УВ в глинах до 2,5% содержание глинистой фракции в грунте падает на 39,66% (от 49,02 до 9,36%), а пылеватой соответственно возрастает на 38,87% (от 49,02 до 87,89%). Содержание песчаной фракции не изменяется. Таким образом, при загрязнении глин углеводородами процессам диспергации и агрегации подвержена в основном глинистая фракция.

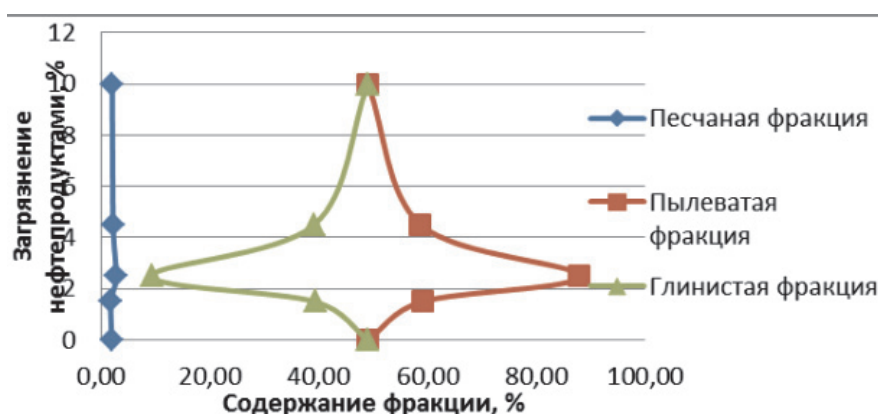


Рис. 1. Изменение микроагрегатного состава глин при загрязнении их маслом моторным.

На рис. 2 представлены данные по изменению микроагрегатного состава суглинка при загрязнении его маслом моторным. Из рис. 2 видно, что при увеличении масла моторного (УВ) до 2,5% в поровой жидкости грунта наблюдается

коагуляция частиц глинистой и пылеватой фракций, при увеличении же содержания УВ более 2,5%, наоборот, протекает процесс диспергации, о чем свидетельствует изменение содержания этих фракций в грунтах.

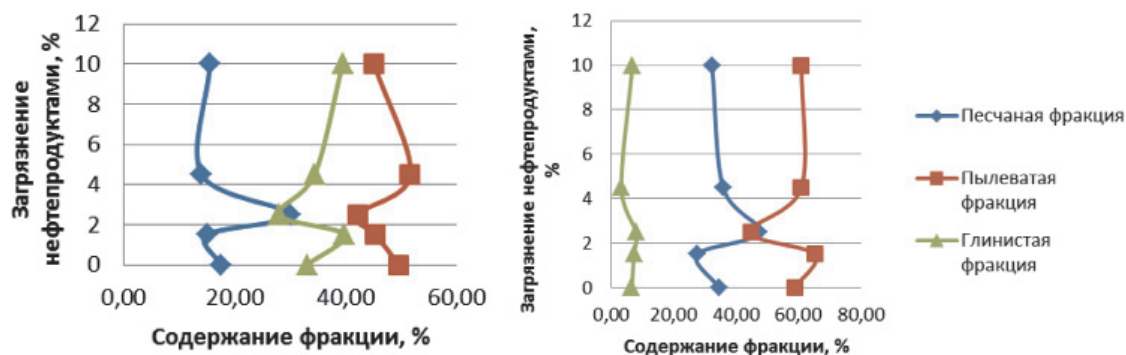


Рис. 2. Изменение микроагрегатного состава слева – сугилка, справа – супеси при загрязнении маслом моторным

Изменение содержания песчаной фракции обусловлено изменениями содержания глинистой и пылеватой фракций. Так, при концентрации УВ в сугилках до 2,5% со-

держание глинистой и пылеватой фракций в грунте снижается на 12,46%, а песчаной соответственно возрастает также на 12,46%. Таким образом, при загрязнении

суглинков углеводородами процессами диспергации и агрегации затронуты в основном глинистая и пылевая фракции.

Из рис. 2 видно, что при увеличении масла моторного (УВ) до 2,5 % наблюдается коагуляция частиц пылевой фракции, при увеличении же содержания УВ более 2,5 %, наоборот, протекает процесс диспергации, о чем свидетельствует изменение содержания этой фракции в грунтах.

Изменение содержания в супесях песчаной фракции обусловлено изменением содержания в грунтах пылевой фракции. Так при концентрации УВ в супесях до 2,5 % содержание пылевой фракции падает на 14,20 %, а песчаной соответственно возрастает на 12,85 %. Содержание глини-

стой фракции изменяется незначительно, на 1,30 %. Таким образом, при загрязнении супеси углеводородами процессам диспергации и агрегации подвержена в основном пылевая фракция.

В табл. 4 приведены данные по влиянию углеводородов на агрегированность частиц в грунтах. Из табл. 4 видно, что в глинах агрегированию подвержена в основном глинистая фракция, в суглинках глинистая и пылевая, а в супесях пылевая. При этом наиболее интенсивно процессы агрегации протекают в глинах. Это обусловлено, вероятно, величиной энергий на поверхности частиц, глины имеют наибольшую энергию по сравнению с суглинками и супесями.

Таблица 4

Степень агрегации частиц

Номенклатура грунта	Глина		Суглинок		Супесь	
Фракция	глинистая	пылевая	глинистая	пылевая	глинистая	пылевая
Степень агрегации, %	39,60	–	5,02	7,50	1,20	14,20

Изменение агрегатного состава грунтов влечет за собой изменение их свойств. Таким образом, при загрязнении грунтов углеводородами следует ожидать наибольшего изменения физико-механических свойств в глинах.

Механизм агрегации и диспергации частиц глинистых грунтов

Поровая жидкость – электролит и углеводороды. Механизм агрегации основан на электростатическом взаимодействии между частицами. Процесс агрегации протекает следующим образом. На поверхности глинистой частицы (коллоида) формируется некомпенсированный отрицательный заряд. При увлажнении глины до максимальной гигроскопической влажности вокруг частицы формируется слой прочносвязанной воды.

Этот слой компенсирует часть отрицательного заряда частицы, поэтому его поверхность также заряжена отрицательно. При добавлении в грунт углеводородов в поровом растворе породы активизируются природные (биогенные) поверхностно активные вещества (ПАВ) и техногенные (ПАВ масла машинного). Молекула ПАВ состоит из полярной (голова) и неполярной (хвост) частей. Полярная часть молекулы гидрофильная, а неполярная гидрофобная и представлена углеводородными соединениями. ПАВ, как и все вещества в зависимости от способности к диссоциации, делятся на электролиты (ионогенные ПАВ) и неэлектролиты (неионогенные ПАВ). Ионогенные ПАВ подразделяются на катионоактивные,

анионоактивные и амфотерные. Отсюда полярная часть молекулы может быть заряжена как положительно, так и отрицательно.

В водной среде молекула ПАВ ориентируется таким образом, что гидрофобная часть стремится расположиться вне водной фазы (в углеводородах), а полярные части (голова) обращены в сторону водной среды.

Таким образом, поверхности «капли» УВ со слоем ПАВ и минеральной глинистой частицы имеют некомпенсированные заряды как отрицательные, так и положительные. Поэтому при незначительном содержании УВ в грунтах (до пороговых, равных 2,5 %), молекула ПАВ с положительно заряженной «головой» компенсирует заряд глинистой частицы, и при полной компенсации энергии происходит слипание частиц грунта, то есть грунт агрегирует (рис. 3).

При увеличении УВ в поровом растворе глин выше пороговых значений (больше 2,5 %) включаются в работу ПАВ, имеющие отрицательный заряд «головой». Они нейтрализуют положительный заряд «голов» ПАВ, окружающих глинистую частицу. После чего на поверхности глинистой частицы вновь появляется отрицательный заряд, что влечет за собой диспергацию частиц.

Выводы

1. Экспериментально установлено, при загрязнении глинистых грунтов (глин, суглинков и супесей) маслом машинным до 2,5 % в них протекают процессы коагуляции, а при увеличении загрязнения – диспергации.

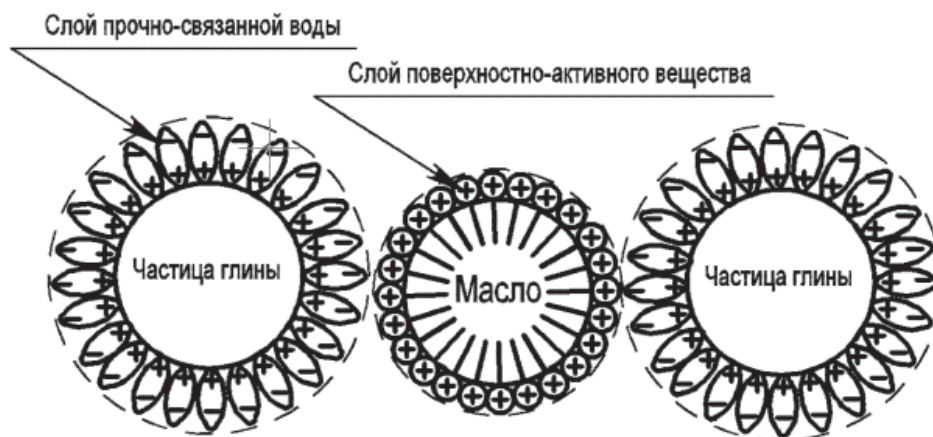


Рис. 3. Механизм коагуляции частиц в глинистых грунтах, поровым раствором которых являются углеводороды и вода.

2. Наиболее интенсивно процессы агрегации протекают в глинах, поэтому при загрязнении глин углеводородами следует ожидать в них значительных изменений физико-механических свойств.

3. В грунтах, загрязненных углеводородами, агрегация частиц связана, вероятно, с наличием поверхностно-активных веществ в поровом растворе, которые влияют на энергию поверхности частиц, а она (величина энергии) в свою очередь определяет процессы коагуляции и диспергации.

Список литературы

1. Бракоренко Н.Н., Емельянова Т.Я. Влияние нефтепродуктов на петрографический состав и физико-механические свойства песчано-глинистых грунтов (на примере г. Томска) // Вестник Томского государственного университета. – 2011. – № 342. – С. 197–200.
2. Казенников А.П. Исследование физико-механических свойств грунтов, загрязненных нефтепродуктами // Роль мелиорации в обеспечении продовольственной и экологической безопасности России: материалы Международной научно-практической конференции. – М.: МГУП, 2009.
3. Лейбович Л.О., Середин В.В., Пушкарева М.В., Чиркова А.А., Копылов И.С. Экологическая оценка территорий месторождений углеводородного сырья для определения возможности размещения объектов нефтедобычи. Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2012. – № 12. – С. 13–16.
4. Нефедьева Ю.А. Роль трансформации нефтяного загрязнения в изменении свойств грунтов слоев сезонного оттаивания и сезонного промерзания: автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук. – МГУ, 2010.
5. Осипов В.И., Соколов В.Н., Румянцев Н.А. Микроструктура глинистых пород. – М.: Недра, 1989. – 211 с.
6. Середин В.В. Санация территорий, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. – 2000. – № 6. – С. 525.
7. Середин В.В., Андрианов А.В. К вопросу о методике определения прочностных характеристик грунтов // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6. – С. 946.
8. Середин В.В., Каченов В.И., Ситева О.С., Паглазова Д.Н. Изучение закономерностей коагуляции глинистых частиц // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10–14. – С. 3189–3193.
9. Середин В.В., Ядзинская М.Р. Закономерности изменений прочностных свойств глинистых грунтов, загрязненных нефтепродуктами // Инженерная геология. – 2014. – № 2. – С. 26–33.
10. Середин В.В., Андрианов А.В. К вопросу о методике определения прочностных характеристик грунтов. Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6. – С. 946.

References

1. Brakorenko N.N., Emelianova T.Ia. Vliianie nefteproduktov na petrograficheskii sostav i fiziko-mekhanicheskie svoystva peschano-glinistykh gruntov (na primere g. Tomsk) // Vestnyk Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. 2011. no. 342. pp. 197–200.
2. Kazennikov A.P. Issledovanie fiziko-mekhanicheskikh svoystv gruntov, zagriaznennykh nefteproduktami // Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Rol melioratsii v obespechenii proizvodstvennoi i ekologicheskoi bezopasnosti Rossii». M.: MGUP, 2009.
3. Leibovich L.O., Seredin V.V., Pushkareva M.V., Chirkova A.A., Kopylov I.S. Ekologicheskaya ocenka territorii mestorozhdenii uglevodorodnogo syrya dlia opredeleniia vozmozhnosti razmeshcheniia objektov nefteдобычи. Zashchita okruzhaiushchei sredy v neftegazovom komplekse. 2012. no. 12. pp. 13–16.
4. Nefedeva Ju.A. Rol transformatsii nefyanogo zagriazneniia v izmenenii svoystv gruntov sloev sezonnogo ottaivaniia i sezonnogo promerzaniia: avtoreferat na soiskanie uchenoi stepeni k.g.-m.n. MGU, 2010.
5. Osipov V.I., Sokolov V.N., Rumiantseva N.A. Mikrostruktura glinistykh porod. M.: Nedra, 1989. 211 p.
6. Seredin V.V. Sanatsiia territorii, zagriaznennykh neftiu i nefteproduktami. Geoekologiya, inzhenernaia geologiya, gidrogeologiya, geokriologiya. 2000. no. 6. pp. 525.
7. Seredin V.V., Andrianov A.V. K voprosu o metodike opredeleniia prochnostnykh harakteristik gruntov // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniia. 2013. no. 6. pp. 946.
8. Seredin V.V., Kachenov V.I., Siteva O.S., Paglazova D.N. Izuchenie zakonornostei koaguliatsii glinistykh chastitc. // Fundamentalnye issledovaniia. 2013. no. 10–14. pp. 3189–3193.
9. Seredin V.V., Iadziinskaia M.R. Zakonornosti izmenenii prochnostnykh svoystv glinistykh gruntov, zagriaznennykh nefteproduktami. Inzhenernaia geologiya. 2014. no. 2. pp. 26–33.
10. Seredin V.V., Andrianov A.V. K voprosu o metodike opredeleniia prochnostnykh harakteristik gruntov. Sovremennye problemy nauki i obrazovaniia. 2013. no. 6. pp. 946.

Рецензенты:

Ибламинов Р.Г., д.г.-м.н., заведующий кафедрой минералогии и петрографии Пермского государственного национального исследовательского университета, г. Пермь;

Осовецкий Б.М., д.г.-м.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ, профессор кафедры минералогии и петрографии Пермского государственного национального исследовательского университета, г. Пермь.

Работа поступила в редакцию 28.07.2014.

УДК 615.31.012.015.11:[547.854.05:542].06

СИНТЕЗ И АНКСИОЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ 2-СТИРИЛПРОИЗВОДНЫХ 4-ОКСОПИРИМИДИНА

**Жогло Е.Н., Кодониди И.П., Оганесян Э.Т., Воронков А.В., Дьякова И.Н.,
Бандура А.Ф., Сочнев В.С., Смирнова Л.П., Ивченко А.В.**

*Пятигорский медико-фармацевтический институт – филиал ГБОУ ВПО ВолгГМУ Минздрава
России, Пятигорск, e-mail: kodonidiip@mail.ru*

С использованием логико-структурного подхода и прогностической компьютерной программы биологической активности PASS (Prediction of Activity Spectra for Substances) осуществлен отбор 7 наиболее перспективных соединений. Осуществлено молекулярное конструирование анксиолитиков в ряду 2-стирилпроизводных 4-оксопиримидина. Наиболее перспективные соединения синтезированы с использованием модифицированных условий реакции стирилирования. При помощи тонкослойной хроматографии установлено образование новых веществ, строение которых доказано УФ-, ИК-и ¹H ЯМР-спектроскопией. Данные полученные в ходе спектральных анализов, позволяют предположить трансoidную конфигурацию стирильного фрагмента. Результаты фармакологического исследования синтезированных соединений подтвердили достоверность молекулярного моделирования 2-стирилпроизводных 4-оксопиримидина, влияющих на ЦНС. Полученные вещества обладают выраженной анксиолитической активностью. Выявлены соединения-лидеры и определено, что они относятся к малотоксичным веществам.

Ключевые слова: молекулярное моделирование, 4-оксопиримидины, 2-гидроксibenзальдегид, реакция стирилирования, анксиолитическая активность

SYNTHESIS AND ANXIOLYTIC ACTIVITY OF 2-STYRYL-4-OXOPYRIMIDINE DERIVATIVES

**Zhoglo E.N., Kodonidi I.P., Oganessian E.T., Voronkov A.V., Dyakova I.N.,
Bandura A.F., Sochnev V.S., Smirnova L.P., Ivchenko A.V.**

*Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute – branch of the Ministry
of Health Medical University VolgGMU Russia, Pyatigorsk, e-mail: kodonidiip@mail.ru*

Using the logical framework approach and virtual prediction of biological activity PASS (Prediction of Activity Spectra for Substances) selected a number of the most 7 promising compounds. Molecular design of anxiolytics among 2-styryl derivatives-4-oxopyrimidine was performed. The most promising compounds were synthesized using modified reaction conditions styryl formation. Purposeful synthesis of compounds 7, TLC identified the availability of new substances, the structure of which determined UV, IR and ¹H NMR spectroscopy. The data obtained in the spectral analyzes suggest transoid configuration styryl fragment. The results of pharmacological studies have confirmed the molecular design accuracy of the synthesized compounds 2-styryl derivatives-4-oxopyrimidine affecting the CNS. The synthesized molecules possess significant anxiolytic activity. Among compounds identified leaders and determined that they belong to the low-toxic substances.

Keywords: molecular modeling, 4-oxopyrimidinyl, 2-hydroxybenzaldehyde, reaction to form styryl, anxiolytic activity

В предыдущей работе было показано, что N-гетерил-4-оксопиримидины обладают антиаллергической активностью, а удлинение цепи сопряжения путем введения стирильного фрагмента приводит к усилению фармакологического эффекта [5].

Продолжая эти исследования, нам представлялось интересным выявить вклад стирильного фрагмента в проявление психотропного действия 2-стирилпроизводных 4-оксопиримидина. Можно предположить, что формирование сопряженной системы путем введением стирильного фрагмента позволит усилить лиганд-рецепторное взаимодействие, что может привести к увеличению влияния моделируемых соединений на ЦНС.

С целью подтверждения целесообразности такого подхода к конструированию структур, обладающих нейротропной активностью, нами на основе логико-структурного подхода формировались группы

прогнозируемых соединений, а затем осуществлялся их анализ с помощью программы PASS [1–4].

Наиболее перспективные из веществ получены взаимодействием N-замещенных 4-оксопиримидинов с 2-гидроксibenзальдегидом в модифицированных условиях синтеза стирильных производных. Суть модификации заключается в использовании каталитических количеств диметилсульфоксида.

Достоверность молекулярного конструирования нейротропных в ряду стирильных производных 4-оксопиримидина подтверждена результатами фармакологических исследований анксиолитической активности целенаправленно синтезированных веществ. Результаты первичного фармакологического скрининга позволили выявить соединения-лидеры для последующих углубленных нейрофармакологических исследований.

Целью данной работы является молекулярное моделирование и целенаправленный синтез 2-стирилпроизводных 4-оксопиримидина, обладающих, выраженной анксиолитической активностью.

Материалы и методы исследования

Формирование массива прогнозируемых структур осуществлялось на основе логико-структурного подхода и ранее выявленных фармакофорных фрагментов.

Компьютерный анализ биологической активности с использованием программы PASS основан на сравнении виртуальной структуры с обучающей выборкой, содержащей значительные массивы БАС, для которых описана биологическая активность. Алгоритм работы PASS предполагает анализ структурных дескрипторов многоуровневых атомных окрестностей.

Вероятность (Pa, %) проявления различных видов биологической активности в наших исследованиях определялась с помощью программы PASS (Version 2006–09–28).

Химическая часть

Общая методика синтеза 2-стирилпроизводных 4-оксопиримидина.

Смесь (0,01 моль) соответствующего N₁-арилзамещенного 2,6-диметил-5-фенил-1Н-пиримидин-4-она и 1,2 мл (0,01 моль) 2-гидроксibenзальдегида растворяют в смеси 2 мл ДМСО и 3 мл этанола (6 мл ДМСО и 6 мл этанола для получения соединения (7)), кипятят 1,5 часа. Охлаждают до комнатной температуры, продукт реакции высаживают 100 мл диэтилового эфира, отфильтровывают, сушат на воздухе и кристаллизуют из этанола.

1-(4-бромфенил)-2-[2-(2-гидроксифенил)винил]-6-метил-5-фенил-1Н-пиримидин-4-он (1). Выход 90,0%. Вещество представляет собой желтоватый мелкокристаллический порошок. $T_{пл} = 257–258^{\circ}\text{C}$. ¹Н ЯМР спектр (ДМСО-*d*₆), δ , м.д. 1,69 (с, 3Н, CH₃); 6,50 (д, 1Н, CH); 6,77–6,85 (кв, 2Н, Ar); 7,13–7,43 (м, 7Н, Ar); 7,57–7,62 (кв, 2Н, Ar); 7,83–7,87 (кв, 2Н, Ar); 8,0 (д, 1Н, CH); 10,20 (с, 1Н, OH).

1-(4-ацетилфенил)-2-[2-(2-гидроксифенил)винил]-6-метил-5-фенил-1Н-пиримидин-4-он (2). Выход 91,8%. Вещество представляет собой желтоватый мелкокристаллический порошок. $T_{пл} = 276–277^{\circ}\text{C}$. ¹Н ЯМР спектр (ДМСО-*d*₆), δ , м.д. 1,73 (с, 3Н, CH₃); 2,75 (с, 3Н, COCH₃); 6,47 (д, 1Н, CH); 6,71–8,25 (м, 13Н, Ar); 8,05 (д, 1Н, CH); 10,15 (с, 1Н, OH).

2-[2-(2-гидроксифенил)винил]-6-метил-5-фенил-1-о-толил-1Н-пиримидин-4-он (3). Выход 76,5%. Вещество представляет собой желтоватый мелкокристаллический порошок. $T_{пл} = 243–244^{\circ}\text{C}$. ¹Н ЯМР спектр (ДМСО-*d*₆), δ , м.д. 1,66 (с, 3Н, CH₃); 2,11 (с, 3Н, CH₃); 6,41 (д, 1Н, CH); 6,72–6,83 (кв, 2Н, Ar); 7,11–7,17 (кв, 2Н, Ar); 7,32–7,56 (м, 9Н, Ar); 8,05 (д, 1Н, CH); 10,18 (с, 1Н, OH).

2-[2-(2-гидроксифенил)винил]-6-метил-5-фенил-1-п-толил-1Н-пиримидин-4-он (4). Выход 65,9%. Вещество представляет собой желтоватый мелкокристаллический порошок. $T_{пл} = 271–272^{\circ}\text{C}$. ¹Н ЯМР спектр (ДМСО-*d*₆), δ , м.д. 1,69 (с, 3Н, CH₃); 2,42 (с, 3Н, CH₃); 6,48 (д, 1Н, CH); 6,73–6,84 (кв, 2Н, Ar); 7,12–7,27 (кв, 2Н, Ar); 7,29–7,45 (м, 9Н, Ar); 8,02 (д, 1Н, CH); 10,16 (с, 1Н, OH).

3-[2-[2-(2-гидроксифенил)винил]-6-метил-4-оксо-5-фенил-4Н-пиримидин-1-ил]бензойная кислота (5). Выход 70,4%. Вещество

представляет собой желтоватый мелкокристаллический порошок. $T_{пл} = 309–310^{\circ}\text{C}$. ¹Н ЯМР спектр (ДМСО-*d*₆), δ , м.д. 1,69 (с, 3Н, CH₃); 6,45 (д, 1Н, CH); 6,72–6,82 (кв, 2Н, Ar); 7,14 (д, 2Н, Ar); 7,30–7,43 (м, 5Н, Ar); 7,74–8,15 (м, 4Н, Ar); 8,16 (д, 1Н, CH); 10,16 (с, 1Н, OH); 13,50 (с, 1Н, COOH).

4-[2-[2-(2-гидроксифенил)винил]-6-метил-4-оксо-5-фенил-4Н-пиримидин-1-ил]бензойная кислота (6). Выход 80,0%. Вещество представляет собой желтоватый мелкокристаллический порошок. $T_{пл} = 367–368^{\circ}\text{C}$. ¹Н ЯМР спектр (ДМСО-*d*₆), δ , м.д. 1,70 (с, 3Н, CH₃); 6,48 (д, 1Н, CH); 6,72–6,82 (кв, 2Н, Ar); 7,13 (д, 2Н, Ar); 7,26–7,43 (м, 5Н, Ar); 7,73–8,15 (м, 4Н, Ar); 8,33 (д, 1Н, CH); 10,16 (с, 1Н, OH); 13,40 (с, 1Н, COOH).

4-[2-[2-(2-гидроксифенил)винил]-6-метил-4-оксо-5-фенил-4Н-пиримидин-1-ил]бензолсульфонамид (7). Выход 80,0%. Вещество представляет собой желтоватый мелкокристаллический порошок. $T_{пл} = 323–324^{\circ}\text{C}$. ¹Н ЯМР спектр (ДМСО-*d*₆), δ , м.д. 1,69 (с, 3Н, CH₃); 6,37 (д, 1Н, CH); 6,72–6,85 (кв, 2Н, Ar); 7,01–7,19 (кв, 2Н, Ar); 7,28–7,44 (м, 5Н, Ar); 7,83–8,07 (м, 4Н, Ar); 8,19 (д, 1Н, CH); 8,51 (д, 2Н, NH₂); 10,20 (с, 1Н, OH).

Строение синтезированных соединений подтверждали методами ¹Н ЯМР, ИК- и УФ-спектроскопии [4].

Электронные спектры поглощения измерены на спектрофотометре СФ-103 в кварцевых кюветках толщиной 1 см, а ИК-спектры – на Varian Excalibur 3100 FT-IR, методом НПВО (нарушенное полное внутреннее отражение кристалла селенида цинка).

Спектры ¹Н ЯМР регистрировали в ДМСО-*D*₆ на приборе Bruker-300Mhz при 20°C., в качестве внутреннего стандарта – ГМДС. Положение сигналов определялось по шкале δ в м.д., с указанием интенсивности и мультиплетности. Все реактивы соответствовали маркам «Ч.Д.А.» и «Х.Ч.».

Фармакологическая часть

Исследование выполнено на крысах-самцах, линии Wistar, массой 160–180 г, содержавшихся в стандартных условиях вивария со свободным доступом к воде и пище при естественном световом режиме. Соединения вводились животным в дозе 50 мг/кг, в виде равномерной взвеси в 5%-м растворе лецитина. Введение соединений и раствора лецитина контрольным животным проводилось однократно перорально за 45 минут до выполнения поведенческих тестов.

Метод «открытое поле» позволяет изучить спонтанную двигательную активность, ориентировочно-исследовательское поведение и уровень эмоциональности животных. Тестируемое животное помещалось в центральный квадрат площадки хвостом к экспериментатору. В течение трёх минут наблюдения за животным регистрировали следующие показатели: число пересечённых квадратов (горизонтальная двигательная активность), число вставаний на задние лапы и заглядываний в отверстия (ориентировочно-исследовательская активность), количество выходов в центральную зону, число актов груминга и фекальных болюсов (эмоциональный фактор).

Метод приподнятого крестообразного лабиринта (ПКЛ) позволяет оценить транквилизирующее (антифобическое) действие изучаемых соединений. Методика основана на предпочтении грызунами закрытых рукавов (тёмных нор), естественного страха нахождения на открытых площадках и падения с высоты. Животное помещают в ПКЛ на центральную площадку, головой к открытому рукаву и в течение

3 минут регистрируют время пребывания животных в открытых, закрытых рукавах, а также на центральной площадке, количество заходов в открытые и закрытые рукава, количество стоек в них.

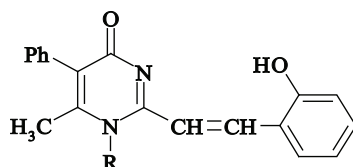
Определение острой токсичности «соединений-лидеров» по методу Кербера проводилось по группам веществ в зависимости от их химического строения. Крысам внутривенно вводили производные 4-оксопиримидина.

Результаты исследования и их обсуждение

В табл. 1 приведены данные прогноза биологической активности наиболее перспективных производных 2-стирилпроизводных 4-оксопиримидина.

Таблица 1

Прогноз биологической активности 2-стирилпроизводных 1,4-дигидро-4-оксопиримидина компьютерной программой PASS, значения Ра в %



Виды биологической активности	1	2	3	4	5	6	7
	Значение Ра в %						
Агонист целостности мембран	80,3	91,1	85,7	85,7	81,6	83,1	67,5
Нейропротекторная	41,7	44,0	55,6	52,9	52,9	52,1	49,5
Агонист D4 дофаминовых рецепторов	—	—	—	31,7	—	—	83,9
Анксиолитическая	55,0	59,2	62,5	62,0	58,5	59,2	56,5
Противовоспалительная	45,8	41,5	47,7	44,1	54,9	56,4	42,1

Из табл. 1 видно, что все прогнозируемые соединения являются агонистами целостности мембран, причем наиболее выражена данная активность у 2-стирилпроизводного 4-оксопиримидина с остатком ацетофенона (2). Наибольшей вероятностью проявления нейропротекторной активности характеризуются толильные и карбоксифенильные производные. Последние структуры могут проявлять значительную противовоспалительную активность.

Соединение, содержащее остаток стрептоцида (7), с высокой вероятностью прогнозируется как агонист D4-дофаминового рецептора.

На основании виртуального скрининга можно предположить, что исследуемые вещества с большой вероятностью способны проявлять биологическую активность в отношении ЦНС.

Одним из способов удлинения цепи сопряжения является введение стирильного фрагмента в положение 2 гетероциклического кольца.

Для достижения этой цели мы осуществили конденсацию N-арил-4-оксопи-

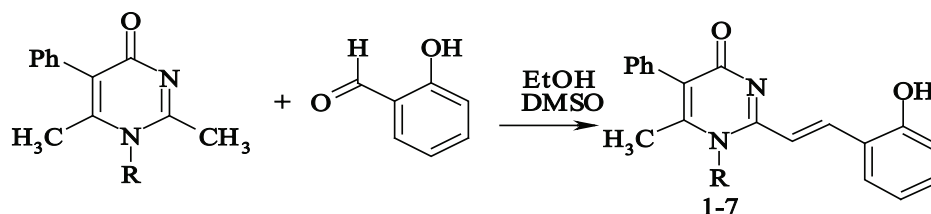
римидинов с 2-гидроксibenзальдегидом. Реакцию проводили кипячением исходных соединений в среде этанол – ДМСО (3:2), выходы продуктов (1–7) составили 65–92 % (рисунок).

ИК-спектры 2-стирилпроизводных характеризуются появлением дополнительной полосы C = C поглощения в интервалах 1620–1590 и 990–955 см⁻¹. По нахождению полос поглощения в области 990–955 см⁻¹ возможно предположить трансoidную конфигурацию двойной связи стирильного фрагмента.

Влияние 2-стирилпроизводных 4-оксо-1,4-дигидропиримидина на поведение животных в тесте «открытое поле» представлено в табл. 2.

Исходя из данных табл. 2, видно, что максимальную активность проявляет соединение 2-[2-(2-гидроксифенил)винил]-6-метил-5-фенил-1-о-толил-1Н-пиримидин-4-он (3).

Влияние 2-стирилпроизводных 4-оксо-1,4-дигидропиримидина на поведение животных в тесте «приподнятый крестообразный лабиринт» представлено в табл. 3.



- (1) R = 4-Br-C₆H₄-;
 (2) R = 4-CH₃CO-C₆H₄-;
 (3) R = 2-CH₃-C₆H₄-;
 (4) R = 4-CH₃-C₆H₄-;
 (5) R = 3-CO₂H-C₆H₄-;
 (6) R = 4-CO₂H-C₆H₄-;
 (7) R = 4-SO₂NH₂-C₆H₄-.

Схема взаимодействия 4-оксопиримидинов с 2-гидроксibenзальдегидом

Таблица 2

Влияние 2-стирилпроизводных 1,4-дигидро-4-оксопиримидина
на поведение животных в тесте «открытое поле»

Вещество	Число пройденных квадратов, Δ%	Число заглядываний, Δ%	Число сто-ек, Δ%	Груминг, Δ%	Время в центральных квадратах, Δ%
Контроль	9,5 ± 4,5 100,0	5,0 ± 3,0 100,0	2,6 ± 0,81 100,0	2,0 ± 1,0 100,0	2,2 ± 1,2 100,0
(2)	8,2 ± 3,31 -13,68	4,2 ± 1,16 -16,0	3,2 ± 1,77 23,08	10,2 ± 3,92 410,0	4,4 ± 3,19 120,0
(3)	14,8 ± 3,06 55,79	2,0 ± 1,05 -60,0	7,0 ± 3,74 169,23	5,6 ± 2,77 180,0	17,2 ± 5,83 681,82
(4)	8,4 ± 2,04 -11,58	4,4 ± 1,63 -12,0	2,8 ± 0,8 7,69	9,8 ± 5,01 390,0	9,0 ± 3,49 350,0
(5)	9,5 ± 5,5 0,0	8,0 ± 5,0 60,0	2,25 ± 0,63 -13,46	23,67 ± 18,68 1083,50	8,0 ± 8,0 263,63
(6)	8,0 ± 2,0 -15,79	1,5 ± 0,5 -70,0	3,0 ± 0,71 15,38	7,0 ± 4,04 250,0	2,6 ± 0,88 18,18
(7)	7,6 ± 3,87 -20,0	1,8 ± 0,8 -64,0	2,0 ± 0,84 -23,08	9,2 ± 7,75 360,0	1,4 ± 0,4 -30,0

Таблица 3

Влияние 2-стирилпроизводных 1,4-дигидро-4-оксопиримидина на поведение животных
в тесте «приподнятый крестообразный лабиринт»

Вещество	Время в закр. рук., Δ%	Время в центр. квадрате, Δ%	Время в откр. рук., Δ%	Стойки, Δ%	Свешивания, Δ%	Груминг, Δ%
Контроль	127,2 ± 34,12 100,0	11,6 ± 7,03 100,0	2,4 ± 2,4 100,0	7,2 ± 2,24 100,0	0,4 ± 0,4 100,0	6,6 ± 2,27 100,0
(2)	136,2 ± 20,67 7,08	12,8 ± 11,30 10,34	31,0 ± 13,261 191,67	9,2 ± 7,96 27,78	1,0 ± 0,631 50,0	1,0 ± 1,0* -84,85
(3)	143,6 ± 22,84 12,89	30,2 ± 19,611 60,34	5,4 ± 2,77 125,0	6,8 ± 2,96 -5,56	0,2 ± 0,2 -50,0	0,0* 0,0
(4)	116,6 ± 33,19 -8,33	40,6 ± 26,692 50,0	22,8 ± 11,43 850,0	16,8 ± 8,0 3133,33	0,8 ± 0,58 100,0	0,4 ± 0,4* -93,94
(5)	134,6 ± 34,1 95,82	23,4 ± 17,38 100,72	22,0 ± 17,048 16,67	1,4 ± 0,87* -80,56	0,2 ± 0,2 -50,0	0,4 ± 0,4* -93,94
(6)	109,4 ± 42,65 -13,99	14,2 ± 10,272 2,41	56,4 ± 34,862 250,0	1,8 ± 1,36 -75,0	0,2 ± 0,2 -50,0	0,0* 0,0
(7)	127,8 ± 34,94 0,47	13,2 ± 9,64 13,79	39,0 ± 25,631 525,0	3,2 ± 1,71 -55,56	1,8 ± 1,8 350,0	2,6 ± 2,14 -60,61

Из табл. 3 видно, что соединение 4-{2-[2-(2-гидроксифенил)винил]-6-метил-4-оксо-5-фенил-4Н-пиримидин-1-ил}бензойная кислота (**6**) увеличило время пребывания в открытых рукавах установки в 23,5 раза относительно значений показателя контрольной группы.

При введении 2-[2-(2-гидроксифенил)винил]-6-метил-5-фенил-1-о-толил-1Н-пиримидин-4-она (**3**) время в центральном квадрате и открытых рукавах возросло в 2 раза. Выявлено, что 2-[2-(2-гидроксифенил)винил]-6-метил-5-фенил-1-п-толил-1Н-пиримидин-4-он (**4**) увеличивает время пребывания животных в центральном квадрате в 3 раза.

Введение 4-{2-[2-(2-гидроксифенил)винил]-6-метил-4-оксо-5-фенил-4Н-пиримидин-1-ил}бензолсульфонамида (**7**) привело к увеличению времени, проведенному в центральных квадратах, в 4 раза и открытых рукавах в 9,3 раза относительно значений контрольной группы.

Выводы

1. Исследование острой токсичности 2-стирилпроизводных 4-оксо-1,4-дигидропиримидина показало, что синтезированные соединения относятся к веществам IV и V классов токсичности по Сидорову, то есть являются малотоксичными или практически нетоксичными.

2. В результате фармакологического эксперимента выявлено, что снижается время нахождения крысы в закрытых рукавах и увеличивается время нахождения в открытых рукавах лабиринта. Это позволяет сделать вывод о выраженном анксиолитическом действии синтезированных соединений.

3. Данные, полученные в ходе фармакологического исследования, подтверждают обоснованность целенаправленного поиска БАВ, обладающих анксиолитической активностью в ряду 2-стирилпроизводных 4-оксопиримидина.

Список литературы

1. Карташов З.С. Идентификация лекарственных средств производных пиримидина методом спектроскопии

ЯМР // *Вопр. биол. мед. и фармац. химии.* – 2000. – № 2. – С. 35–37.

2. Кодониди И.П. Молекулярное конструирование N-замещенных производных 1,3-дизазина-4 // *Фармация.* – 2010. – № 1. – С. 36–40.

3. Оганесян Э.Т. Целенаправленный синтез производных 1,4-дигидро-4-оксопиримидина, обладающих актопротекторной активностью / Оганесян Э.Т., Кодониди И.П., Бандура А.Ф. // *Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии.* – 2013. – № 3. – С. 21–27.

4. Садым А.В. Интернет-система прогноза спектра биологической активности химических соединений / Садым А.В., Лагунин А.А., Филимонов Д.А., и др. // *Хим.-фарм. жур.* – 2002. – № 36. – С. 21–26.

5. Kodonidi I.P. Antiallergic and immunomodulating activity of N-[heteryl-substituted] of 4-[oxopyrimidine] / Kodonidi I.P., Oganessian E.T., Zolotikh D.S. // XXXVIIIth Meeting European Histamine Research Society, Fulda, Germany, 13–16 May 2009. P. 59.

References

1. Kartashov Z.S. Identification of drugs pyrimidine derivatives NMR spectroscopy / Kartashov Z.S. // *Issues. biol. honey. and pharmacy. Chemistry.* 2000. no. 2. pp. 35–37.

2. Kodonidi I.P. Molecular design of N-substituted derivatives of 1,3-diazinon-4 // *Pharmacy.* 2010. no. 1. pp. 36–40.

3. Kodonidi, I.P. Antiallergic and immunomodulating activity of N-[heteryl-substituted] of 4-[oxopyrimidine] / Kodonidi I.P., Oganessian E.T., Zolotikh D.S. // XXXVIIIth Meeting European Histamine Research Society, Fulda, Germany, 13–16 May 2009. pp. 59.

4. Oganessian E.T. Directed synthesis of 1,4-dihydro-4-oxopyrimidine having actoprotective activity / Oganessian E.T., Kodonidi I.P., Bandura A.F. // *Questions of biological, medical and pharmaceutical chemistry.* 2013. no. 3. pp. 21–27.

5. Sadym A.V. Internet system for prediction of the spectrum of biological activity of chemical compounds / Sadym A.V., Lagunin A.A., Filimonov D.A. et al. // *Chem-Pharm. Jour.* 2002. no. 36. pp. 21–26.

Рецензенты:

Попова О.И., д.фарм.н., профессор кафедры фармакогнозии, Пятигорский медико-фармацевтический институт – филиал ГБОУ ВПО ВолгГМУ Минздрава России, г. Пятигорск;

Погребняк А.В., д.х.н., к.фарм.н., доцент кафедры физической и коллоидной химии, Пятигорский медико-фармацевтический институт – филиал ГБОУ ВПО ВолгГМУ Минздрава России, г. Пятигорск.

Работа поступила в редакцию 28.07.2014.

УДК 615.326: 582.374.22

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ВИДОВ РОДА EQUISETUM L.**¹Коломиец Н.Э., ²Агеева Л.Д., ¹Абрамец Н.Ю.**¹ГБОУ ВПО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, Томск, e-mail: borkol47@mail.ru;²СТИ НИЯУ «МИФИ», Северск

Проведено исследование элементного состава 10 видов рода хвощ флоры Сибири с использованием нейтронно-активационного и рентгено-флуоресцентного методов анализа. Установлено присутствие 38 химических элементов. У видов, систематически близких внутри одного подрода, отмечен сходный элементный состав. Выявлены элементы, которые наряду с фенольными соединениями можно рассматривать в качестве дополнительного хемотаксономического маркера для рода, подродов и отдельных видов. Определены виды, богатые кремнием, марганцем, железом, медью, цинком, которые в дальнейшем можно использовать для создания на основе их биологически активных комплексов препаратов для коррекции минерального баланса. Содержание тяжелых металлов, таких как свинец, мышьяк, кадмий, в хвощах не превышает предельно допустимые концентрации и соответствует требованиям Сан ПИН 2.3.2.1078-01.

Ключевые слова: хвощи, элементы, таксономические маркеры, препараты растительного происхождения**ELEMENTAL COMPOSITION OF SPECIES EQUISETUM L.****¹Kolomiets N.E., ²Ageeva L.D., ¹Abramets N.Y.**¹Medical University «Siberian State Medical University», Tomsk, e-mail: borkol47@mail.ru;²STI NRNU «MEPI», Seversk

A study of the elemental composition of 10 species of flora horsetail Siberia using neutron activation and X-ray fluorescence analysis methods. Established the presence of 38 chemical elements. In the systematically closely related species within a single subgenus, installed a similar elemental composition. Identified items that as phenolic compounds, can be considered an additional chemotaxonomic marker for the genus, subgenera and species. A horsetail species which contain a lot of silicon, manganese, iron, copper and zinc were identified. These species can then be used to create on the basis of their biologically active complexes preparations for the correction of mineral balance. The content of heavy metals such as lead, arsenic, cadmium assembly does not exceed the maximum allowable concentrations and meets the sanitary requirements 2.3.2.1078-01.

Keywords: horsetails, elements, taxonomic markers, herbal drugs

Комплексное изучение химического состава растений является наиболее полным, если оно проводится с учетом всех содержащихся в растениях групп биологически активных веществ, в том числе и элементного состава, исследование которого представляет интерес с различных точек зрения. С одной стороны, макро- и микроэлементы являются биологически активными веществами растений, играющими большую роль в жизнедеятельности организмов, проявляя, как самостоятельный фармакологический эффект, так и потенцируя свойства биологически активных комплексов (БАК) растений. С другой стороны, растения – чувствительные индикаторы геохимической среды, способные аккумулировать элементы из разных частей биосферы в зависимости от характера загрязнения. Вследствие этого уровни накопления химических элементов являются показателями степени экологической чистоты лекарственного сырья, на основании которых можно говорить о возможности использования его в качестве источника для получения препаратов [6, 7]. Немаловажным фактором является и то, что состав элементов в растениях рассматривается

в систематике как общепризнанный дополнительный хемотаксономический признак. Это подтверждается накопленными данными, доказывающими связь между систематическим положением и способностью концентрировать определенные элементы отдельными видами, родами и семействами (например, хлор для рясок, молибден для бобовых, йод для красных водорослей, кремний для хвощей и т.д.) [1, 6, 7].

Объектом нашего исследования являются виды рода *Equisetum* L. – представители ископаемых растений, насчитывающего по оценкам разных систематиков от 12 до 38 видов. В настоящее время, из всего рода хвощ только хвощ полевой (*Equisetum arvense* L.) является официальным лекарственным растением. В то же время большинство других хвощей, которые на протяжении длительного времени успешно используются в народной медицине, гомеопатии, ветеринарии, косметологии и сельском хозяйстве, до сих пор не используются в медицинской практике. В связи с этим особое значение приобретает комплексное изучение химического состава хвощей для определения возможности равноценной замены официально-

го вида; расширения областей применения официального вида; определения возможных направлений использования хвощей в медицине; установления взаимосвязи биологическая активность / компонентный состав; уточнения систематического положения; диагностики видов на основании данных о химическом составе [3].

Как было показано нами ранее, с точки зрения химического состава род хвощ представляет интерес, так как с одной стороны, обнаруженные в хвощах 5-гидроксифлавоны и дигалогенсодержащие флавоноиды редко встречаются в природе и характерны в основном для микроорганизмов и примитивных растений, стоящих в филогенетическом отношении на низшей ступени развития. С другой – некоторые хвощи имеют разнообразный состав флавоноидов, характерный для молодых, продвинутых в систематическом отношении видов. Таким образом, оба этих обстоятельства свидетельствуют о связи между высшими и низшими растениями, а индивидуальные отличия в комбинациях содержащихся соединений указывают на видовую самостоятельность хвощей в рамках единого таксона и предоставляют дополнительную возможность решения спорных вопросов систематики рода. Кроме того, некоторые обнаруженные вещества можно использовать в качестве хемотаксономических маркеров отдельных видов и подродов [3, 9]. Наиболее изученным элементом в хвощах является кремний [1, 3, 4]. При этом ранее нами было установлено, что виды подрода *Hippochatae* Milde превосходят виды подрода *Equisetum* Sad. по содержанию кремния в 2–3 раза, что соответствует их морфологической характеристике, согласно которой стебли большинства видов этого подрода очень жесткие [3, 4].

Роль фенольных соединений и соединений кремния, содержащихся в хвощах, в обеспечение разных видов активности была показана нами экспериментально, что позволило определить направления поиска перспективных видов в рамках рода и подродов [3]. Кроме того, учитывая опыт народной медицины, экспериментальные данные, мы предполагаем возможность разработки на основе БАК хвощей экстракционных препаратов для дополнения и усиления действия противотуберкулезных средств, препаратов для профилактики и лечения заболеваний опорно-двигательной системы, в возникновении которых немаловажную роль дефицит макро- и микроэлементов [5, 8, 10–12]. В связи с этим цель данного исследования состояла в определении элементного состава видов рода хвощ.

Материалы и методы исследования

Объектами исследования являлись 10 дикорастущих видов рода хвощ, собранных на территории Красноярского края, Томской, Новосибирской, Кемеровской, Иркутской и Омской областей. Сырье сушили воздушно-теньевым способом. Определение количества и состава элементов проводили на 6 образцах в 5 биологических повторностях нейтронно-активационным и рентгено-флуоресцентным методами. Сырье сушили воздушно-теньевым способом, измельчали до частиц размером менее 1 мм и подвергали озолению в фарфоровых тиглях по общепринятой методике ГФ XI [2]. В качестве сравнения использовали стандартный образец травосмеси Тр-1 (ГСО 8922-2007) СО КООМЕТ 0066-2008-RU. Контроль проводили методом добавок. Уровень значимости результатов соответствует доверительной вероятности событий $P > 0,95$. Для статистической обработки данных использовали программу Microsoft Excel.

Результаты исследования и их обсуждение

Как следует из результатов исследования, приведенных в таблице в видах рода хвощ присутствуют более 35 макро- и микроэлементов, среди которых токсичные (ртуть, сурьма, барий, стронций, бром, свинец), биогенные и очень редкие элементы (золото, серебро, уран, талий). Сравнение состава выявленных в хвощах элементов показывает, что оно сходно. Однако по уровням содержания элементов некоторые виды существенно отличаются друг от друга, подтверждая данные литературы о том, что содержание химических элементов у растений возрастает от самых примитивных видов к систематически более молодым. В частности, наименьшие уровни содержания элементов отмечены у примитивных видов подрода *Hippochatae* Milde, наибольшие – у филогенетически молодых видов подрода *Equisetum* Sad. Величина разности средних арифметических содержания элементов у систематически близких видов незначительна (например, в парах: х. полевой и х. болотный; х. зимующий и х. камышковый), тогда как между систематически отдаленными видами большая (х. полевой и х. камышковый).

Общей тенденцией для рода является накопление, наряду с кремнием, таких элементов как кальций, натрий, железо, цинк. Отличия заключаются в преобладании у видов подрода *Hippochatae* Milde (х. зимующий, х. камышковый, х. раскидистый, х. ветвистый) в 2 раза таких элементов как кремний, никель, кобальт и в 2–4 раза цинка и меди. Для видов подрода *Equisetum* Sad. (х. полевой, х. луговой, х. лесной, х. приречный, х. болотный, х. береговой) характерно при относительно незначительном содержании кремния более значительное накопление хрома, марганца, превосходящее в два раза виды другого

подрода. Мы сравнили полученные уровни содержания некоторых элементов в хвощах с нормами адекватного суточного потребления, принятыми в Российской Федерации. При этом было установлено, что все виды рода содержат 10–13 % дневной нормы селена, а концентрация железа в хвощах превосходит дневную норму в 3–10 раз. Представители подрода *Hippochatae* Milde способны удовлетворить суточную потребность в кремнии на 200 %; в марганце

на 90–120 %; меди на 28–300 %, в кальции на 2 %; в магнии на 1,5 %. Цинк в разных видах этого подрода содержится в концентрациях, превосходящих дневную норму в 5–7 раз. Виды подрода *Equisetum* Sad. содержат 2,3–3,5 % от дневной нормы кальция; 49,0–63 % кремния; магния 1–1,5 %; цинка 30–292 %. Уровни «индикаторных» для этого подрода элементов составляют: хром 660 % от суточной потребности, марганец от 150 до 375 %.

Элементный состав растений рода хвощ

Элементы	Подрод <i>Equisetum</i> Sad.						Подрод <i>Hippochatae</i> Milde			
	<i>Equisetum arvense</i>	<i>Equisetum pratense</i>	<i>Equisetum sylvaticum</i>	<i>Equisetum fluviale</i>	<i>Equisetum palustre</i>	<i>Equisetum x litoreale</i>	<i>Equisetum hyemale</i>	<i>Equisetum scirpoides</i>	<i>Equisetum variegatum</i>	<i>Equisetum ramosissimum</i>
K, %	0,44	0,18	0,60	5,00	0,24	5,07	0,35	0,23	0,34	0,30
Na, %	0,15	0,19	0,17	0,19	0,19	0,15	0,20	0,18	0,20	0,20
Ca, %	0,41	0,73	0,66	0,75	0,80	0,81	1,02	0,86	0,91	1,00
Si, %	1,31	1,05	1,07	1,19	1,23	1,36	4,04	3,31	3,53	3,44
Mg, %	0,89	0,72	0,87	0,83	0,86	0,91	0,78	0,64	0,59	0,67
B, %	0,45	0,39	0,56	0,47	0,42	0,55	0,089	0,093	0,11	0,095
Fe, %	1,65	1,88	1,37	1,46	5,69	2,61	5,28	0,44	0,92	0,47
Br, мг/т	2,90	1,86	1,73	2,36	2,24	1,56	2,49	1,70	1,93	1,87
Co, мг/т	0,50	1,43	1,72	2,15	1,52	1,05	1,07	1,05	0,89	0,69
La, мг/т	0,69	0,36	0,64	0,49	0,51	0,40	0,28	0,38	0,29	0,31
Mn, мг/т	1,80	4,33	30,1	5,36	3,21	3,77	2,51	2,40	2,02	1,80
Rb, мг/т	1,04	2,46	1,63	2,17	2,11	1,11	0,21	0,55	0,73	0,43
Pb, мг/т	0,50	1,15	1,72	2,15	1,52	0,25	1,54	0,42	0,66	0,01
Se, мг/т	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009
Sr, мг/т	4,57	4,84	3,91	3,25	3,44	3,01	2,97	1,90	1,00	1,40
Sb, мг/т	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006
Ta, мг/т	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,052	0,072	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Cr, мг/т	0,33	< 1,43	0,52	< 1,72	< 1,52	< 1,42	0,83	0,31	0,50	0,45
Cu, мг/т	0,28	0,67	1,33	1,52	0,59	1,35	2,45	3,42	1,15	5,00
Sc, мг/т	0,53	0,26	0,25	0,24	0,30	0,33	0,11	0,17	0,18	0,12
Sb, мг/т	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006
Nd, мг/т	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Ni, мг/т	0,33	2,42	2,80	3,33	1,99	3,33	4,67	4,66	4,26	4,89
Cs, мг/т	1,2	1,4	1,2	1,1	1,1	1,1	0,69	0,82	0,71	0,74
Ag, мг/т	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
Ba, мг/т	51,40	76,60	61,91	75,62	85,04	55,67	66,83	55,11	53,10	57,02
Au, мг/т	0,024	0,014	0,018	0,014	0,015	0,014	0,009	0,010	0,009	0,004
Sm, мг/т	0,14	0,062	0,067	0,074	0,072	0,070	0,077	0,072	0,078	0,078
Eu, мг/т	0,045	0,040	0,025	0,032	0,035	0,028	0,029	0,010	0,011	0,022
Hg, мг/т	< 1,0	< 1,0	< 1,0	5,20	5,10	< 1,0	2,90	< 1,0	< 1,0	< 1,0
U, мг/т	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
Ce, мг/т	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,78	0,94	< 0,2	0,46	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Zn, мг/т	6,32	6,21	7,55	0,72	3,61	0,91	13,35	12,30	12,21	13,40
Tb, мг/т	0,023	0,017	0,023	0,021	0,023	0,021	0,020	0,009	0,0017	0,0056
Yb, мг/т	< 0,009	0,043	0,062	0,057	0,069	< 0,009	0,046	< 0,009	< 0,009	< 0,009
Lu, мг/т	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,013	0,016	< 0,002	0,011	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Hf, мг/т	0,21	0,10	0,15	0,18	0,14	0,10	0,11	0,09	0,08	0,088
Th, мг/т	0,15	0,12	0,14	0,09	0,11	0,09	0,085	0,06	0,08	0,09

Содержание в хвощах токсичных элементов, таких как свинец, мышьяк, кадмий, не превышает предельно допустимые концентрации ПДК БАД на основе чистых субстанций (витамины, минеральные вещества, органические кислоты и др.) по «Гигиеническим требованиям безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. СанПиН 2.3.2.1078-01».

Выводы

Проведенное исследование позволило идентифицировать в хвощах 38 химических элементов. Содержание свинца, мышьяка, кадмия не превышает предельно допустимые концентрации и соответствует требованиям Сан ПиН 2.3.2.1078-01. Установлено, что систематически близкие виды имеют сходный элементный состав. Выявлены элементы, которые наряду с фенольными соединениями, можно рассматривать в качестве дополнительного хемотаксономического маркера для рода, подродов и отдельных видов. Определены виды богатые кремнием, марганцем, железом, медью, цинком, которые в дальнейшем можно использовать для создания на основе их БАК препаратов для коррекции минерального баланса.

Список литературы

1. Воронков М.Г., Кузнецов И.Г. Кремний в живой природе. – Новосибирск: Наука, 1984. – 157 с.
2. Государственная фармакопея СССР. Вып.1. Общие методы анализа / МЗ СССР. – 11-е изд., доп. – М.: Медицина, 1987. – 335 с.
3. Коломиец Н.Э., Калинин Г.И. Растения рода Хвощ (*EQUISETUM* L.). Систематика, химический состав, перспективы использования в медицине. – Томск: Печатная мануфактура, 2009. – 88 с.
4. Коломиец Н.Э., Калинин Г.И. Количественное определение кремния в хвощах // Фармация. – 2009. – № 3 – С. 13–15.
5. Bone Health and Osteoporosis A Report of the Surgeon General Office of the Surgeon General (US). Rockville (MD): Office of the Surgeon General (US), 2004. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK45513>.
6. Cronquist A. Chemistry in plant taxonomy: An assessment of where we stand // Chemosyst.: Princ. and Pract./ Eds. F.A.Bisby, J.G.Vaughan, C.A.Wright. – London, 1980. – P. 1–27.
7. Erdtman H.G.H. Chemical principles in chemosystematics // Recent advances in phytochemistry / Eds. T.J. Mabry, R.E. Alston, V.C. Runeckles. – N-Y., 1968. – Vol. 1. – P. 263–268.
8. Ghulam H., Kadri S.M., Manzoor A., Waseem Q., Aatif M.S., Khan G.Q., Manish K. Status of zinc in pulmonary tuberculosis // J. Infect. Dev. Ctries. – 2009. – № 3(5). – P. 365–368.

9. Kolomiets N.E., Yusubov M.S., Kalinkina G.I. Flavonoid composition of *Equisetum arvense* and *E. x litorale* studied by high-performance liquid chromatography-mass spectrometry // Chemistry of natural compounds. – 2012. – Vol. 48. – № 1. – P. 135–136.

10. He H., Bleby T.M., Veneklaas E.J., Lambers H., Kuo J. Precipitation of calcium, magnesium, strontium and barium in tissues of four *Acacia* species (Leguminosae: Mimosoideae) // PLoS One. – 2012. – № 7(7). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3405136/pdf/pone.0041563.pdf>.

11. Madhu R. et al. Plants based drugs against Tuberculosis infection Novel Science // International Journal of Medical Science. – 2012. – № 1(5). – P. 148–154.

12. Newham R.E. Essentiality of Boron for Healthy Bones and Joints // Environmental Health Perspectives. – 1994. – Vol. 102. – № 7. – P. 83–85.

References

1. Voronkov M.G., Kuznetsov I.G. *Kremniy v zhivoy prirode* [The silicon in wildlife]. – Novosibirsk: Nauka, 1984. – 157 p.
2. *Gosudarstvennaya farmakopeya SSSR* [Pharmacopoeia USSR]. – M.: Medicine, 1987. – 335 p.
3. Kolomiets N.E., Kalinkina G.I. *Rasteniya roda Khvoshch (EQUISETUM L.). Sistematika, khimichesky sostav, perspektivy ispolzovaniya v meditsine* [Systematics, chemical composition, prospects for application in medicine]. – Tomsk: Print Manufactory, 2009. – 88 p.
4. Kolomiets N.E., Kalinkina G.I. *Pharmacy*, 2009, no. 3, pp. 13.
5. *Bone Health and Osteoporosis* (2004), available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK45513>.
6. Cronquist A. *Chemistry in plant taxonomy: An assessment of where we stand*, In: F.A. Bisby et al. *Chemosystematics: Principles and Practices*, Academic Press, London, 1980. pp. 1–27.
7. Erdtman H.G.H. *Chemical principles in chemosystematics*, In: T.J. Mabry, R.E. Alston, V.C. Runeckles, eds., *Recent advances in phytochemistry*, N-Y., 1968, Vol. 1, pp. 263–268.
8. Ghulam H., Kadri S.M., Manzoor A., Waseem Q., Aatif M.S., Khan G.Q. and Manish K.J. *Infect. Dev. Ctries*, 2009, no. 3(5), pp. 365–368.
9. Kolomiets N.E., Yusubov M.S., Kalinkina G.I. *Chemistry of natural compounds*, 2012, Vol. 48, no. 1, pp. 135.
10. He H., Bleby T.M., Veneklaas E.J., Lambers H., Kuo J. *PLoS One*, 2012, no. 7 (7), available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3405136/pdf/pone.0041563.pdf>.
11. Madhu R. et al. *International Journal of Medical Science*, 2012, no. 1 (5), pp. 148–154.
12. Newham R.E. *Environmental Health Perspectives*, 1994, vol. 102, no. 7, pp. 83–85.

Рецензенты:

Ермилова Е.В., д.фарм.н., заведующая кафедрой фармацевтической химии, ГБОУ ВПО СибГМУ, г. Томск;

Новожеева Т.П., д.б.н., профессор кафедры фармакогнозии с курсами ботаники и экологии, ГБОУ ВПО СибГМУ, г. Томск.

Работа поступила в редакцию 28.07.2014.

УДК 615.32:615.256.035:612.67

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА КЛИМАКТЕРИЧЕСКОГО СБОРА

¹Полуэктова Т.В., ¹Коломиец Н.Э., ¹Абрамец Н.Ю., ¹Смолякова И.М., ²Авдеенко С.Н.¹ГБОУ ВПО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава
России, Томск, e-mail: borkol47@mail.ru;²ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский государственный университет»,
Томск, e-mail: iren-sm@mail.ru

Проведено исследование элементного состава климактерического сбора, рекомендуемого для профилактики и лечения патологических проявлений климактерического синдрома. Методом атомно-эмиссионного анализа с индуктивно-связанной плазмой в сборе идентифицировано более 30 химических элементов. Содержание элементов в сборе сравнивали с нормами «адекватного уровня потребления», разработанными для 20 элементов и введенными в России в 2005 году. Результаты показали, что сбор является ценным источником хрома, серебра, кремния, бора, кальция, магния и может явиться дополнительным фактором, вносящим ценный вклад в комплексное фармакологическое действие, наряду с другими группами биологически активных веществ. Содержание тяжелых металлов, таких как свинец, мышьяк, кадмий, в сборе не превышает предельно допустимые концентрации и соответствует требованиям Сан Пин 2.3.2.1078-01.

Ключевые слова: растения, кремний, кальций, бор, магний, остеопороз, климактерические расстройства

THE STUDY OF THE ELEMENT COMPOSITION OF CLIMACTERIC GATHERING

¹Poluektova T.V., ¹Kolomiets N.E., ¹Abramets N.Y., ¹Smolyakova I.M., ²Avdeenko S.N.¹Medical University «Siberian State Medical University», Tomsk, e-mail: borkol47@mail.ru;²FGAOUVO «National Research Tomsk State University», Tomsk, e-mail: iren-sm@mail.ru

The study of the elemental composition of plant gathering, which is recommended for the prevention and treatment of menopausal syndrome. More than 30 chemical elements by atomic emission analysis with inductively coupled plasma were identified. The content of elements in plant gathering was compared with the norms of «adequate level of consumption», developed for 20 elements and introduced in Russia in 2005. The results showed that the plant gathering is a valuable source of chromium, silver, silicon, boron, calcium, magnesium, and may make a valuable contribution to the pharmacological action of the complex, together with other groups of biologically active substances. The content of heavy metals such as lead, arsenic, cadmium assembly does not exceed the maximum allowable concentrations and meets the sanitary requirements 2.3.2.1078-01.

Keywords: plant, silicon, calcium, boron, magnesium, osteoporosis, menopausal disorders

Возрастное «выключение» функции яичников почти у 60–80% женщин приводит к разнообразным клиническим проявлениям дефицита эстрогенов или так называемым климактерическим расстройствам (КР). По характеру проявления и времени их делят на ранние, средневременные и поздние обменные нарушения. К последним относятся сердечно-сосудистые заболевания, болезнь Альцгеймера и постменопаузальный остеопороз, являющийся одной из актуальных проблем здравоохранения во всем мире [3, 10]. Одной из причин остеопороза является нарушение обмена элементов (цинка, меди, фтора, марганца, магния, бора и кремния) на фоне дефицита эстрогенов, приводящее к ускорению потери костной массы. Как показывают эпидемиологические исследования, у женщин в возрастной группе старше 50 лет суммарная частота переломов возрастает в 4–6 раз; среди женщин с переломами частота остеопороза равна 70%. Наиболее важными клиническими проявлениями постменопаузального остеопороза являются переломы тел позвонков, шейки бедра, лучевой кости

в типичном месте. Переломы шейки бедра, связанные с остеопорозом, приводят к катастрофическим последствиям, сопровождаясь гибелью 25% больных и частичным выздоровлением только 25% пациентов. При этом от 20 до 50% частично выздоровевших пациентов утрачивают способность к самообслуживанию, что существенно снижает качество их жизни. Годовые финансовые затраты на лечение больных с переломами огромны и могут достигать от нескольких миллионов до десятков млрд. долларов [4, 10, 14]. Таким образом, остеопороз представляет важнейшую социально-экономическую проблему, являясь причиной страданий и инвалидизации пожилых людей, снижения качества их жизни и преждевременной смерти.

В комплексной терапии климактерических расстройств для симптоматического лечения применяются препараты разных фармакологических групп. Однако, несмотря на, казалось бы, их широкий арсенал, вопрос выбора лекарственных средств, влияющих на структуру и минерализацию кости, преждевременно считать решенным.

Наиболее широко применяющиеся в настоящее время с этой целью бисфосфонаты, кальцитонины и эстрогены далеко не всегда обеспечивают желаемый эффект. В большинстве случаев лекарственные препараты назначаются эмпирически или в зависимости от субъективных предпочтений пациента, а алгоритмы и критерии выбора средств, влияющих на структуру и минерализацию кости, в настоящее время не разработаны. При этом ни один из препаратов не обладает выраженным преимуществом перед другими [1].

Одним из видов комплексного и/или альтернативного лечения КР является терапия растениями, растительными сборами и фитокомплексами на их основе [6, 8, 11]. Официальная медицина использует ряд лекарственных растений и сборов, влияющих на отдельные симптомы КС, при этом фитосредства с комплексным действием в настоящее время на фармацевтическом рынке отсутствуют. На кафедре фармакогнозии с курсами ботаники экологии СибГМУ на основании анализа данных литературы и собственных фармакологических и фитохимических исследований разработан лекарственный растительный сбор, обладающий комплексным действием на основные симптомы КР [5]. В состав сбора включено сырье с различным химическим составом из разных фармакологических групп. В экспериментах *in vivo* и *in vitro* установлено, что 40% этанольный экстракт сбора обладает эстрогеноподобным, противовоспалительным, противомикробным и седативным действием, что позволяет влиять на некоторые ранние и средневременные симптомы КР [7]. Анализ химического состава сбора, проведенный нами ранее, показал присутствие веществ, ответственных за указанные виды активности – изофлавоноидов, флавоноидов, гидроксикоричных кислот, терпеноидов [6]. Учитывая актуальность проблемы остеопороза, представляло интерес изучить элементный состав сбора, обратив особое внимание на так называемые «структурные» элементы (бор, магний, кремний, кальций), обеспечивающие прочность костей [9, 10, 13].

Материал и методы исследования

Материал для исследования собран в естественных местах произрастания видов в 2012–2013 гг. на территории Томской, Омской областей и Республики Казахстан. Сырье сушили воздушно-теневым способом. Определение количества и состава элементов проводили на 3 образцах сбора в 5 биологических повторностях методом атомно-эмиссионного анализа с индуктивно-связанной плазмой на спектрометре PROFILE Plus фирмы Teledyne Leeman Labs (США) в лаборатории «Экогеофизихим» филиала АО

«Азимут Энерджи Сервисез» в г. Караганда Республики Казахстан. Высушенные образцы сырья измельчали до частиц размером менее 1 мм, предварительно подвергали мокрому озолению смесью кислот в фарфоровых тиглях [2]. В качестве сравнения использовали стандартный образец состава травосмеси Тр-1 (ГСО 8922-2007) СО КООМЕТ 0066-2008-RU, в котором содержание кремния составило 0,55%, кальция – 0,67%, магния – 0,24%, бора – $11,2 \cdot 10^{-4}\%$. Контроль проводили методом добавок. Уровень значимости результатов соответствует доверительной вероятности событий $P > 0,95$. Для статистической обработки данных использовали программу Microsoft Excel.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ результатов, представленных в таблице, показывает, что исследуемый сбор содержит более 30 химических элементов, в том числе биогенных, токсичных и очень редких. В сборе отмечено высокое содержание алюминия, железа, никеля, кальция, кремния, цинка, магния, калия, фосфора. При этом обнаруженные в составе сбора натрий и калий являются эссенциальными для работы сердечно-сосудистой системы; селен – важный антиоксидант, участвует в окислении липидов и разрушении перекисных радикалов, необходим для сохранения зрения. Кальций и магний – элементы, роль которых состоит не только в участии в передаче нервных импульсов и регулировании работы сердечной мышцы и свертывающей системы крови, но также это и необходимые составные части костной ткани. Недостаточное поступление кальция в организм усиливает его выведение из костей в кровь, вызывает деминерализацию костей и остеопороз; дефицит магния может приводить к нарушению метаболизма кальция и гормонов, что является фактором риска для развития остеопороза [9]. В связи с тем, что в состав сбора входят растения с высоким содержанием кремния, мы ожидали достаточного количества этого элемента и в сборе. Кремний – это очень важный элемент, который участвует в образовании и сохранении соединительной ткани, повышает эластичность сосудов, препятствует отложению холестерина, участвует в биосинтезе коллагена. Имеются данные об использовании органических производных кремния или комплексов неорганических соединений кремния с органическими веществами при острых и хронических заболеваниях суставов, артритах нижних конечностей, заболеваниях капилляров, раке костей и др. заболеваниях [12, 13]. Одним из очень интересных элементов, содержащихся в сборе, является бор. Существует сравнительно немного работ, посвященных изучению физиологической активности

бора. Согласно этим исследованиям бор нормализует работу эндокринных желез, участвует в преобразовании витамина D, способствует улучшению обмена магния, фтора и кальция – элементов, являющихся основным материалом для «строительства» костей, тем самым укрепляет и улучша-

ет структуру скелета, что имеет большое значение для профилактики остеопороза, остеоартроза и др. Кроме того, бор повышает уровень половых гормонов, что особенно важно как для женщин в климактерическом периоде, так и при других гормональных расстройствах [9].

Элементный состав сбора и нормы адекватного уровня потребления элементов

Макро- и микро-элементы	Содержание в сборе, мг/кг	Содержание в организме, мг	Адекватный уровень потребления, мг/сут	Всасывание, %	Порог токсичности, мг/сут
Алюминий	323,13	н/д	н/д	н/д	н/д
Серебро	5,67	0,79	0,03	7	н/д
Бор	26,60	20	2,0	100	н/д
Барий	2,13	н/д	н/д	н/д	н/д
Висмут	≤ 0,2	н/д	н/д	н/д	н/д
Кадмий	≤ 0,1	н/д	н/д	н/д	н/д
Кобальт	≤ 0,5	1,5	0,01	30	н/д
Хром	11,73	6,6	0,05	10	н/д
Медь	6,63	72	1,0	50	н/д
Железо	145,62	4200	10–15	10	500
Литий	3,8	0,67	0,1	100	200
Марганец	24,96	12	2,0	10	40,0
Молибден	1,80	9,5	0,45	80	н/д
Никель	47,90	н/д	н/д	н/д	н/д
Свинец	3,20	н/д	н/д	н/д	н/д
Сурьма	1,90	н/д	н/д	н/д	н/д
Стронций	37,66	н/д	н/д	н/д	н/д
Олово	8,23	н/д	н/д	н/д	н/д
Титан	≤ 0,2	н/д	н/д	н/д	н/д
Ванадий	≤ 0,5	18	0,04	2	н/д
Вольфрам	≤ 0,1	н/д	н/д	н/д	н/д
Кремний	338,97	2100	5,0	33	500
Цирконий	≤ 0,1	н/д	н/д	н/д	н/д
Цинк	52,16	2300	12	50	600
Мышьяк	≤ 0,1	н/д	н/д	н/д	н/д
Бериллий	≤ 0,01	н/д	н/д	н/д	н/д
Кальций	4586,21	1000000	1250	30	н/д
Германий	4,67	н/д	н/д	н/д	н/д
Калий	61227,21	140000	2500	100	н/д
Магний	11865,48	19000	400	30	н/д
Натрий	3227,34	н/д	н/д	н/д	н/д
Селен	≤ 0,15	16	0,07	50	5,0
Скандий	≤ 0,02	н/д	н/д	н/д	н/д
Фосфор	7895,88	780000	800	80	н/д

Примечание. Н/д – нет данных.

Остальные химические элементы содержатся в сборе в концентрации менее 50 мг/кг. При этом необходимо отметить, что содержание в сборе токсичных элементов, таких как свинец, мышьяк, кадмий, не превышает предельно допустимые

концентрации ПДК БАД на основе чистых субстанций (витамины, минеральные вещества, органические кислоты и др.) по «Гигиеническим требованиям безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. СанПиН 2.3.2.1078-01».

Чтобы оценить ценность сбора как потенциального источника макро- и микро-элементов мы сравнили содержание их в сборе с нормами «адекватного уровня потребления» и «допустимого уровня потребления», разработанными для 20 элементов и введенными в России в 2005 году. Безусловно, предложенные нормы нельзя назвать совершенными, однако, несмотря на несовершенство и формальный подход к формированию показателей уровня потребления элементов они коррелируют с соответствующими зарубежными по Goodman и Gilman's (2002) и их с определенными поправками, можно рассматривать в качестве ориентира для расчета физиологической потребности человека в макро- и микро-элементах. При расчетах мы исходили из традиционной дозы растительного сырья для приготовления настоя (1 стол. ложка на 200 мл воды). Сбор способен удовлетворить суточную потребность организма в элементах на следующих уровнях. Потребность в хроме на 140,7%, в серебре – 113,4%; в кремнии – 40,68%; литии – 22,8%; магнии – 17,80%; калии – 14,70%; боре, железе, фосфоре, марганце – 6–9%; кальции, меди, молибдене, цинке – 2–4%.

Выводы

Проведенное исследование показало, что сбор содержит более 30 химических элементов: макроэлементы (кальций, натрий, калий, магний, фосфор), эссенциальные или жизненно необходимые (железо, кобальт, марганец, медь, молибден, селен, хром, цинк), условно жизненно необходимые (бор, кремний, литий, никель), токсичные элементы, а также элементы, биологическая роль которых для человека еще не установлена. Результаты позволяют считать содержание в сборе кремния, магния, кальция и бора дополнительным фактором, вносящим ценный вклад в его комплексное фармакологическое действие, наряду с другими группами биологически активных веществ. Одной из дальнейших задач является исследование элементного состава жидкого, сухого экстрактов сбора и таблеток и изучение их действия на экспериментальных моделях остеопороза.

Список литературы

1. Астапенков Д.С. Системный диагностический подход при патологических переломах позвонков на фоне остеопороза и обоснование комплексного лечения: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – Курган, 2011. – 48 с.
2. Государственная фармакопея СССР. Вып.1. Общие методы анализа / МЗ СССР. – 11-е изд., доп. – М.: Медицина, 1987. – 335 с.
3. Бениволенская Л.И. Остеопороз – актуальная проблема медицины // Остеопороз и остеопатии. – 1998. – № 1. – С. 4–7.
4. Новик А.А., Ионова Т.И., Цыган. Н. Методология изучения качества жизни пациентов с остеопорозом // Науч.-практ. Ревматология. – 2001. – № 3. – С. 80.

5. Патент на изобретение «Лекарственное средство для профилактики и лечения патологических проявлений климактерического синдрома» № 2376026 от 20.12.2009 г.
6. Полуэктова Т.В., Коломиец Н.Э. Возможности фитокоррекции климактерического синдрома // Фармация Казахстана. – 2010. – № 12. – С. 13–15.
7. Полуэктова Т.В. Разработка состава и стандартизация сбора, обладающего эстрогеноподобным действием: автореф. дис. ... канд. фарм. наук. – Самара, 2011. – 24 с.
8. Albertazzi P Non-estrogenic approaches for the treatment of climacteric symptoms // Climacteric. – 2007. – № 2. – P. 115–120.
9. Bone Health and Osteoporosis A Report of the Surgeon General Office of the Surgeon General (US). Rockville (MD): Office of the Surgeon General (US), 2004. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK45513>.
10. Cooper C., Campion G., Hip L.J. Fractures in the Elderly: a Word-wide Projection // Osteoporosis int. – 1992. – № 2. – P. 285–289.
11. Corletto F. Female climacteric osteoporosis therapy with titrated horsetail (*Equisetum arvense*) extract plus calcium (osteosil calcium): randomized double blind study // Miner. Ortoped. Traumatol. – 1999. – Vol. 50. – P. 201–206.
12. Fessenden R.J., Fessenden J.S. The biological properties of silicon compounds // Adv. Drug. Res. – 1987. – № 4. – P. 95–132.
13. Jugdaohsingh R. Silicon and bone health // J. Nutr. Health Aging. – 2007. – № 11(2). – P. 99–110.
14. Zaichick S., Zaichick V. The effect of age and gender on 38 chemical element contents in human iliac crest investigated by instrumental neutron activation analysis // J. Trace Elem. Med. Biol. – 2010. – № 24(1). – P. 1–6.

References

1. Astapenkov D.S. *Sistemnyy diagnostichesky podhod pri patologicheskikh perelomakh pozvonkov na fone osteoporoza i obosnovanie kompleksnogo lecheniya* [Systematic diagnostic approach in pathological vertebral fractures and osteoporotic substantiation of complex treatment]: synopsis diss. MD, Kurgan, 2011. 48 p.
2. *Gosudarstvennaya farmakopeya SSSR* [Pharmacopoeia USSR]. M: Medicine, 1987. 335 p.
3. Benivolenskaya L.I. *Osteoporosis and osteopathy*, 1998, no. 1, pp. 4–7.
4. Novik A.A., Ionov T.I., Gypsie N. *Rheumatology*, 2001, no. 1, p. 80.
5. Patent RU no. 2376026 20.12.2009.
6. Poluektova T.V., Kolomiets N.E. *Pharmacy of Kazakhstan*, 2010, no. 12, pp. 13.
7. Poluektova T.V. *Razrabotka sostava i standartizatsiya sbora, obladayushchego estrogenopodobnym deystviyem* [Development and standardization of the gathering, having estrogenic action]: synopsis diss. PhD, Samara, 2011. 24 p.
8. Albertazzi P. *Climacteric*, 2007, no. 2, pp. 115–120.
9. *Bone Health and Osteoporosis* (2004), Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK45513>.
10. Cooper C., Campion G., Hip L.J. *Osteoporosis int.*, 1992, no. 2, pp. 285–289.
11. Corletto F. *Miner.Ortoped.Traumatol.*, 1999, vol. 50, pp. 201–206.
12. Fessenden R.J., Fessenden J.S. *Adv. Drug. Res.*, 1987, no. 4, pp. 95–132.
13. Jugdaohsingh R.J. *Nutr. Health Aging*, 2007, no. 11(2), pp. 99–110.
14. Zaichick S., Zaichick V.J. *Trace Elem. Med. Biol.*, 2010, no. 24(1), pp. 1–6.

Рецензенты:

Прибыткова Л.Н., д.х.н., профессор кафедры судебной медицины с курсом токсикологической химии, ГБОУ ВПО СибГМУ, г. Томск;

Калинкина Г.И., д.фарм.н., профессор, заведующая кафедрой фармакогнозии с курсами ботаники и экологии, ГБОУ ВПО СибГМУ, г. Томск.

Работа поступила в редакцию 28.07.2014.

УДК 001.92, 37.062

**ФИНАНСИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ НА ОСНОВЕ
ПРИНЦИПА РЕАЛИЗАЦИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗНАНИЙ****Аввакумова А.Д.***ФГАОУ ВПО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», Санкт-Петербург, e-mail: bankirsha-a@mail.ru*

Проведено исследование финансирования системы образования в рамках государственных гарантий. Учитывались следующие характеристики результативности финансирования образования: реализация и использование знаний в процессе трудовой деятельности, эффективность образовательной деятельности и государственных вложений в сферу образования. Анализ показал: 1) имеющиеся модели финансирования образования не дают возможности определить эффективность образовательной деятельности; 2) государственные затраты на образование и результативность образовательной деятельности значимо не связаны между собой. Предлагаемый подход к финансированию сферы образования синтезирует в себе ценный мировой опыт использования социально-экономических инструментов при формировании образования. Возвратные платежи в рамках предлагаемого подхода финансирования системы образования являются измерителями как эффективности образовательной деятельности, так и эффективности государственных вложений в систему образования. Возвратные платежи гарантируются налоговыми отчислениями, зависящими от дохода за счет реализации и использования Знаний на протяжении всей жизни, где плательщиками являются потребители Знаний.

Ключевые слова: знания, финансирование образования, государственные гарантии, эффективность**EDUCATIONAL SYSTEM FINANCING BASING ON THE PRINCIPLE
OF KNOWLEDGE IMPLEMENTATION AND USING****Avvakumova A.D.***Saint-Petersburg National Research University of information technologies, mechanics and optics, St. Petersburg, e-mail: bankirsha-a@mail.ru*

Financing of the educational system within state guarantees has been analyzed. The following parameters of education financing efficiency were taken into account: implementation and use of the Knowledge in the course of employment, the effectiveness of educational activities and public investment in education. Analysis results indicated that: 1) actual models of education financing don't allow determination of educational activities efficiency; 2) state expenditures in regard to education and efficiency of educational activities don't depend on each other in some significant way. The proposed approach to education financing integrates global experience of social and economical tools management in regard to education system formation. Chargebacks in the framework of the proposed approach of financing of the education system are a measure of how the effectiveness of educational activity and the efficiency of public investment in the education system. Chargebacks are guaranteed tax deductions, income-dependent through the implementation and using of Knowledge throughout life, where taxpayers are consumers of Knowledge.

Keywords: knowledge, education financing, state guarantees, efficiency

В соответствии с Федеральным законом № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» от 21.12.2012 г. «образование – единый целенаправленный процесс воспитания и обучения, являющийся общественно значимым благом и осуществляемый в интересах человека, семьи, общества и государства, а также совокупность приобретаемых знаний, умений, навыков, ценностных установок, опыта деятельности и компетенции определенных объема и сложности в целях интеллектуального, духовно-нравственного, творческого, физического и (или) профессионального развития человека, удовлетворения его образовательных потребностей и интересов» [5]. Учитывая, что умения, навыки, ценностные установки, опыт деятельности и компетенции являются производными полученных ранее знаний, в настоящей статье данную совокупность автор объединяет в одно понятие «Знания».

Государственная политика в сфере образования гарантирует реализацию права на образование, регулирует социально-экономические процессы в области образования и должна быть направлена на эффективное использование имеющихся в распоряжении государства финансовых, административных ресурсов. Социальный аспект образовательного процесса заложен в механизме производства, приобретения, накопления, передачи, реализации и использования Знаний; экономический – в механизме финансового обеспечения государственных гарантий в сфере образования. Настоящее время характеризуется достаточной проработкой каждого аспекта, однако нет единого подхода для комплексного, системного решения задач в области образования; отсутствуют методологии и методики по определению результатов и оценке эффективности образовательной деятельности.

Назрела необходимость во взаимоувязке этих направлений для полноценного и эффективного регулирования образовательной деятельности с целью предсказуемости и анализируемости результатов образования.

Правительство выделяет достаточные бюджетные средства на образование, при этом организации, осуществляющие образовательную деятельность, заявляют о недофинансировании системы образования. Экономисты, комментируя сложившуюся ситуацию, приходят к выводу о неэффективном использовании бюджетных средств.

Законом об образовании определены основные факторы деятельности по производству, передаче и накоплению Знаний – доступность ресурсов и качество услуг для всех участников образовательного процесса через гарантии бесплатного образования, образовательных стандартов, правовых основ общественных отношений в сфере образования, но понятия эффективности и результативности образования остались за рамками закона.

Вопрос об эффективности образовательного процесса требует серьезного системного подхода, так как образование является активной компонентой национальной экономики.

Эффективность для участников отношений в сфере образования имеет разное воплощение: для обучающегося – трудоустройство с достойной заработной платой, для работодателей – получаемая организацией прибыль за счет использования Знаний своих специалистов, для образовательной организации – поступление бюджетных средств и прибыль от платных образовательных и дополнительных услуг, для государства – в пополнении бюджета и, в конечном итоге, в росте ВВП. Иными словами, эффективность образования можно представить как целестижимость интересов каждой из сторон.

Целью развития человека, удовлетворения его образовательных потребностей и интересов является различная деятельность, в том числе и в профессиональной сфере в рамках реализации своих Знаний. При поиске места работы гражданин, являющийся носителем Знаний, определяет сферу приложения своих профессиональных знаний, навыков и опыта; определяет желаемый и возможный уровень заработной платы, дохода. Поиск претендентов на вакантные места обусловлен заинтересованностью организации в высококвалифицированных сотрудниках и их Знаниях, которые позволяют предприятию – потребителю Знаний – получать максимально возможную прибыль.

Заключая трудовой договор, соискатель и администрация организации соглашаются на возможность реализации Знаний со стороны соискателя и на использование предприятием Знаний работника.

В предлагаемой модели финансирования образования заложен Принцип Реализации и Использования Знаний (ПРИЗ) при осуществлении профессиональной деятельности. Знание на современном этапе мирового развития является основным общественным капиталом, что подтверждает возможность его реализации и использования в качестве товара, ресурса.

Приобретение и накопление Знаний осуществляется на протяжении всей жизни в процессе воспитания и обучения по уровням образования (общее, профессиональное, дополнительное образование и профессиональное обучение) [5]. Таким образом, Знания являются результатом деятельности целого ряда организаций, осуществляющих образовательную деятельность, поэтому и оплачивать необходимо весь комплекс образовательных услуг – от яслей до вуза, от воспитания до профессионального образования. В ходе осуществления организацией финансово-хозяйственной деятельности действует слаженный механизм согласования целей между сторонами трудового договора – носителем и потребителем Знаний, где Знания являются ресурсом, который необходимо оплачивать. Так как доход получает каждая из сторон трудовых отношений, то и ресурс «Знание» необходимо оплачивать каждой из сторон.

Пояснением может служить следующий пример. Если сотрудник организации Б воспитывался в детском саду, обучался в школе, в институте, получил профессию А на предприятии А, то отчисления в рамках модели финансирования образования на основе ПРИЗ и сотрудник, и предприятие будут направлять по цепочке уровней образования конкретного сотрудника. В случае, если сотрудник или предприятие какой-либо уровень образования оплатили в полном объеме и за свой счет, то этот уровень исключается из схемы оплаты для той стороны, которая и явилась плательщиком образовательной услуги (табл. 1).

Принцип оплаты по уровням образования строится на постулатах:

- знания накапливаются и формируются в течение всей жизни в процессе воспитания и обучения; каждый человек имеет свою цепочку уровней образования;

- образование является платной услугой и оплачивается в полном объеме единовременно, в рассрочку или в кредит; кредитором может выступать любая сторона отно-

шений в сфере образования или кредитная организация;

– оплату образовательных услуг несут стороны, участники отношений в сфере образования – обучающиеся; законные представители воспитанников и обучающихся; организации, осуществляющие образовательную деятельность; федеральные государственные органы, органы государственной власти субъектов Российской Фе-

дерации, органы местного самоуправления; юридические лица, их объединения [5];

– получающий доход от реализации и (или) использования Знаний в процессе деятельности обязан оплачивать Знание как ресурс по всей цепочке уровней образования конкретного носителя Знаний за исключением тех уровней, которые одна из сторон оплатила ранее в полном объеме и за свой счет.

Схема финансирования в рамках модели ПРИЗ

Физическое лицо 1 (сотрудник организации Б)	Уровни образования физического лица	Организация Б
Включается в схему оплаты	4 Организация А – обучение профессии А (средства организации А)	Включается в схему оплаты
Исключается из схемы оплаты	3 Вуз – образование (средства физического лица 1)	Включается в схему оплаты
Включается в схему оплаты	2 Школа – образование (средства бюджетов)	Включается в схему оплаты
Включается в схему оплаты	1 Детский сад – воспитание (средства бюджетов)	Включается в схему оплаты

В качестве механизма финансирования образования в рамках модели на основе ПРИЗ предлагается использовать налоговые отчисления: 1% из 13% налога на доходы физических лиц (ежемесячные платежи) и 1% из 20% налога на прибыль организаций (ежеквартальные авансовые платежи). Указанные суммы перечисляются по уровням образования в равных долях на счета организаций, осуществляющих образовательную деятельность. Пояснением может служить следующий пример (таблица). Физическое лицо 1, работая в организации Б, получает заработную плату в размере 25 000 рублей. Налог на доходы физических лиц составляет 13% – 3 250 рублей. По уровням образовательного процесса будет перечислено 250 рублей. Таким образом, в детский сад, школу, в организацию А будет перечислено по 83,33 рубля (уровень вуза исключен из схемы оплаты, т.к. уже оплачен физическим лицом за свой счет и в полном объеме). Аналогично перечисляются средства организации Б исходя из налога на прибыль: средства будут перечислены в детский сад, школу, вуз, в организацию А.

Рассматривая Знания в качестве ресурса, появляется возможность не только приблизить социальный и экономический аспекты образовательной деятельности, но и попытаться рассчитать влияние таких факторов развития системы образования,

как финансирование (ресурсное обеспечение производства Знаний) и качество образования (ликвидность, степень реализации Знаний). Очевидный факт зависимости качества образования и дохода от деятельности (как физического, так и юридического лица) находит реальное отражение в предлагаемой модели финансирования образования на основе ПРИЗ.

Наибольшая заинтересованность в результате образовательной деятельности – трудоустройстве – наблюдается у обучающихся, их законных представителей и у предпринимательских структур. В связи с этим основная масса выпускников вынуждена самостоятельно осуществлять поиск работы в условиях, когда рынок труда не сбалансирован по факторам спроса и предложения рабочих и специалистов, по факторам качества предлагаемых и запрашиваемых Знаний.

Целью (результатом) обучения должен быть не выпуск студента или обучающегося, а выпуск гражданина, способного вести активную трудовую, служебную деятельность.

Предлагаемая модель финансирования системы образования на основе ПРИЗ позволит снять остроту проблем финансирования в сфере образования.

Количество денежных бюджетных ассигнований в образование должно перерасти в качество образовательных услуг, что

приведет к увеличению качества нарастаемого Знания. Реализация Знаний в свою очередь через потребление и использование Знаний предпринимательскими структурами позволит увеличить количество денежных средств, поступающих в бюджет за счет налоговых отчислений от финансово-хозяйственной, профессиональной и служебной деятельности участников образовательной деятельности. Данный механизм демонстрирует содержание основного Закона взаимного перехода количественных изменений в качественные и является процессом развития отношений в сфере образования.

Такая система имеет замкнутый цикл и эффективно работает при условии соответствия налоговых поступлений в бюджет и бюджетных ассигнований на нужды образования. Несоответствие будет грозить бюджетным дефицитом или недофинансированием организаций, осуществляющих образовательную деятельность.

С целью регулирования образовательного процесса каждая организация, осуществляющая образовательную деятельность, должна знать о результативности своей деятельности, что возможно только при наличии обратной связи. Обратная связь покажет соответствие образовательных и профессиональных стандартов в процессе трудовой деятельности. При несоответствии ожидаемых показателей можно предположить, что выпускник будет стремиться получить образование на следующем уровне, а несоответствие потребностям рынка может привести к безработице, разбалансировке приложения сил трудовых ресурсов. На современном этапе рынок образовательных услуг и рынок труда должны функционировать в единой системе общественных, социально-экономических отношений с общими интересами.

Каждый из этапов, уровней образовательного процесса должен нести ответственность за результат своей деятельности, т.е. каждая организация должна стремиться к тому, чтобы ее выпускник с накопленными Знаниями мог осуществлять деятельность в своих интересах, интересах семьи, общества и государства с наибольшим эффектом как для себя, так и для всех участвующих в образовательном процессе сторон. Доход с точки зрения предлагаемого метода является не только и не столько личной заслугой носителя Знаний, но общественным достижением за счет образовательной деятельности всех уровней образования.

В конечном итоге можно говорить о солидарной ответственности государственных и предпринимательских структур на всех уровнях в сфере образования.

Предлагаемый метод финансирования образования на основе ПРИЗ синтезирует в себе мировой ценный опыт использования социально-экономических инструментов для формирования финансовой системы в сфере образования.

В Австралии в 1986 году был введен налог на высшее образование и разработана схема, согласно которой потребители образовательных услуг оплачивают часть затрат на обучение в вузах через налоговую систему – налоговая выплата выпускников дифференцирована и зависит от среднегодового уровня доходов. Предоплата позволяла получить скидку в размере 15% от полной стоимости обучения [3]. Данная схема получила критику со стороны студенчества и общественности – несправедливость «свободного» доступа к высшему образованию заключается в том, что студент с большими доходами финансируется за счет налогоплательщиков с более низкими заработками.

В Великобритании в конце 80-х годов 20-го века при очной форме обучения предоставлялся беспроцентный займ без ответственности родственников, вне зависимости от материального положения, где возврат денег начинается через 9 месяцев после окончания учебного заведения, размер и срок возврата долга оценивается с учетом инфляции и материального положения. Для оказания финансовой поддержки студентам существуют фонды, находящиеся в распоряжении Высшей школы.

В Швеции выравнивание возможностей в получении высшего образования осуществляется за счет предоставления ссуд и грантов. В 60-х годах прошлого столетия получен положительный социальный эффект от практики финансовой поддержки малоимущих студентов, но с исчезновением данного эффекта в 1989 году схема была изменена. Доля грантов увеличилась, но условия возврата ссуд стали более жесткими.

В США используется комплексная система поддержки студентов, в том числе предварительная оплата обучения, стимулирующая родителей студентов копить средства на образование детей с их рождения. Кредитные организации страны осуществляют кредитование студентов под единую для всех кредиторов процентную ставку, кредитование родителей под разные процентные ставки, но не более 9% со сроком выплат до 10 лет.

В 1997 году в Германии после студенческих демонстраций против сокращения государственного финансирования образования в высшей школе было выдвинуто предложение о резервировании до 1% бюджета на

инвестиции, что позволяло вузам самостоятельно планировать свои финансы и инвестиции на следующие календарные годы. Первый цикл обучения в стране является бесплатным, но плата взимается за превышение установленной государством продолжительности обучения, с иностранных студентов, за второе высшее образование, также взимаются административные платежи [2].

Принципиальные подходы финансирования образовательной сферы зависят от экономических и политических моделей, применяемых в странах. В последние годы в мире предпринимаются попытки перераспределения финансовой нагрузки по оплате образования, что предполагает изменение доли участия каждого из источников финансирования.

Общее мировое направление в финансировании образовательной деятельности заключается в поддержке обучающихся за счет предоставления ссуд, при этом объем возвратных платежей по ссудам увязывается с доходом кредитуемого до полного погашения. Такие методы поддерживаются во многих странах, но нет единого подхода к его реализации через размер возвратных платежей. Стремление многих стран к привлечению в качестве партнера образовательной сферы предпринимательские структуры, предлагая ввести целевой налог на нужды образования и предоставляя льготы спонсорам, не приводит к активной и массовой финансовой поддержке бизнесом сферы образования.

Предлагаемый метод гарантирует возвратные платежи в бюджет за счет работающих налоговой системы, возвратные платежи в организации образовательной сферы за счет 1% отчислений в рамках налога на доходы физических лиц и 1% в рамках налога на прибыль организаций. Перечисления части налоговых платежей непосредственно на счет образовательного учреждения позволят частично заместить бюджетные средства и снизить нагрузку с бюджетов, руководителям оперативно распоряжаться денежными средствами организаций, осуществляющих образовательную деятельность. Кроме того, данный метод сможет увеличить прозрачность финансовых потоков в сфере образования за счет адресности перечислений, стимулировать социальную ответственность бизнеса, решить проблемы миграции не только на региональном, но и на международном уровне.

Практическое применение предлагаемого метода финансирования образования

на основе ПРИЗ позволит определить результативность и эффективность образовательной деятельности за счет такого абсолютного измерителя, как доход и прибыль, обеспечить достижение определенных показателей в области образования [1, 4].

Список литературы

1. Государственная программа РФ «Развитие образования» на 2013–2020 годы. Утверждена 22.11.2012 Распоряжением Правительства РФ № 2148-р. – М., 2012.
2. Ривчун Т.Е. Модели управления в системе профессионального образования (зарубежный опыт) // Вестник Томского гос. ун-та. – 2009
3. Сумарокова Е.В. Финансирование высшего образования: зарубежный опыт и отечественная практика // Высшее образование сегодня. – 2003. – № 4.
4. Указ Президента РФ № 599 «О мерах по реализации государственной политики в области образования и науки» от 07.05.2012 г.
5. Федеральный закон № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» от 21.12.2012 г.

References

1. Gosudarstvennaya programma RF: Razvitie obrazovaniya na 2013–2020 gody. Utverzhdena 22.11.2012 Rasporyazheniem Pravitelstva RF no. 2148-r., M., 2012 (The state program of the Russian Federation «Development of education» for 2013–2020. Approved 22.11.2012 by the Decree of the RF Government no. 2148-p, M., 2012)
2. Rivchun T.E. Modeli upravleniya v sisteme professionalnogo obrazovaniya (zarubezhnyy opyt), Vestnik Tomskogo gos. Un-ta. 2009 (Rivchun T.E. Management Model in the system of professional education (foreign experience), Herald of Tomsk State University. 2009).
3. Sumarokova E.V. Finansirovanie vysshego obrazovaniya: zarubezhnyy opyt i otechestvennaya praktika. Vysshee obrazovanie segodnya, 2003, no. 4 (Sumarokova E.V. Financing higher education: international experience and Russian practice, Higher education today, 2003, no. 4).
4. Ukaz Prezidenta RF no. 599: O merakh po realizatsii gosudarstvennoy politiki v oblasti obrazovaniya i nauki ot 07.05.2012g. (The decree of the President of the Russian Federation no. 599: On measures on realization of state policy in education and science from 07.05.2012).
5. Federalnyy zakon no. 273-FZ: Ob obrazovanii v Rossiyskoy Federatsii ot 21.12.2012g. (Federal law no. 273-FZ: On education in the Russian Federation from 21.12.2012).

Рецензенты:

Попков В.П., д.э.н., профессор, заведующий кафедрой коммерческой деятельности и предпринимательства СПбГЭУ, г. Санкт-Петербург;

Титова М.Н., д.э.н., профессор, заведующая кафедрой менеджмента, научный руководитель лаборатории современных методов менеджмента, член Ученого совета Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна, г. Санкт-Петербург.

Работа поступила в редакцию 28.07.2014.

УДК 336.64

ФИНАНСОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ РОССИИ В УСЛОВИЯХ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ

Кузнецов Н.В.

*Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации,
Москва, e-mail: nkuznetsov@fa.ru*

В статье рассмотрены вопросы финансового обеспечения электроэнергетических предприятий России в условиях реализации программ развития отрасли. Выявлены и проанализированы особенности инвестиционного процесса в современном энергетическом секторе экономики, такие как потребность в больших объемах инвестиций, сохраняющееся государственное регулирование, наличие естественной монополии, диверсификация инвестиционных рисков между различными секторами отрасли, относительно недавнее внедрение рыночных механизмов. Показано, что в условиях высокой социальной значимости расчет общего объема финансирования инвестиционной программы отдельного электроэнергетического предприятия должен производиться таким образом, чтобы обеспечивалось выполнение утвержденной программы развития отрасли в целом. Особое внимание уделено вопросам выбора источников финансирования для реализации инвестиционных проектов нового строительства и проектов внедрения инновационных энергосберегающих технологий. Сделан вывод о необходимости использования комбинации государственного, корпоративного и проектного финансирования.

Ключевые слова: электроэнергетика, инвестиции, источники финансирования, программы развития, финансовое обеспечение

FINANCIAL PROVISION OF RUSSIAN ELECTRICITY COMPANIES IN THE CONDITIONS OF THE INDUSTRY'S DEVELOPMENT PROGRAMS IMPLEMENTATION

Kuznetsov N.V.

*Financial University under the Government of the Russian Federation,
Moscow, e-mail: nkuznetsov@fa.ru*

In the article discusses the questions of financial provision of Russian electricity companies in the conditions of the industry's development programs implementation. Identified and analyzed features of the investment process in the today's power sector of economy, such as: the need for large volumes of investment, continuing state regulation, the presence of a natural monopoly, diversification of investment risks across sectors of power industry, the relatively recent introduction of market mechanisms. It is shown that under conditions of high social importance, the calculation of the total funding of investment program for individual electricity enterprise must be carried out so as to ensure the implementation of the approved program of development of the industry as a whole. Special attention was paid to the issues of choice of financing sources for investment projects of new construction and the introduction of innovative energy-saving technologies. It is concluded that the need to use a combination of public, corporate and project finance.

Keywords: development programs, electricity industries, financial provision, financing sources, investment

Электроэнергетическая отрасль России как важнейшая составляющая национального энергетического комплекса обеспечивает потребности экономики и населения страны в электрической и тепловой энергии, является основой устойчивого развития современной российской экономики. Как жизнеобеспечивающая отрасль, электроэнергетика создает основу функционирования и эффективной работы всех сфер экономики. Для устойчивого развития производительных сил страны необходимо постоянно обеспечивать опережающие темпы развития генерирующих мощностей и электрических сетей.

В результате кардинальных изменений и проведения структурной реформы в электроэнергетике в 2001–2009 гг., основной целью которой было обеспечение финансирования отрасли путем привлечения частных

инвесторов (как отечественных, так и зарубежных) для строительства новых объектов и модернизации действующих, а также внедрение в отрасль рыночных принципов ценообразования в отношении поставляемой электроэнергии, удалось улучшить техническое состояние мощностей производственного комплекса электроэнергетической отрасли, повысить экономические показатели ее функционирования.

Вместе с тем достигнутые результаты проведенных преобразований не удовлетворяют полностью ни одну из групп субъектов отношений в электроэнергетической сфере: государство, генерирующие организации, электросети, сбытовые структуры и потребителей. Как представляется, наиболее острые проблемы обусловлены необеспеченностью инвестициями развития генерирующих мощностей; деградацией

комбинированного производства электроэнергии и тепла на ТЭЦ; убыточностью территориальных генерирующих компаний; снижением надёжности энергетических объектов и систем; резким повышением цен на электроэнергию; неполнотой и неэффективностью нормативно-правового обеспечения развития и функционирования электроэнергетики.

Развитие электроэнергетики СССР в 60–70-х гг. осуществлялось опережающими темпами. Именно в эти годы было введено около половины действующего потенциала генерирующих мощностей. Высокие темпы ввода мощностей в тот период определили и высокие темпы ее выбытия в последнем десятилетии. По существующим прогнозам к 2015 г. объем устаревшего оборудования на Северном Кавказе, в Сибири, на Урале и в Центре превысит 50% установленной мощности. Объем отработавшего ресурса гидротурбинного оборудования уже в настоящее время достиг 50%; при этом 20 региональных энергосистем являются предельно изношенными; большинство строящихся объектов электроэнергетики «заморожены» по причине отсутствия необходимых для окончания строительства средств. При сохранении подобного положения в российской электроэнергетике, т.е. при физическом разрушении основных производственных фондов, неуклонно будет возрастать вероятность техногенных аварий. Ликвидация последствий этих аварий практически эквивалентна величине требуемых инвестиций [5]. Данная ситуация настоятельно диктует необходимость более объективно, глубоко и всесторонне, чем это осуществлялось до недавнего времени, взглянуть на проблемы финансового обеспечения программ развития электроэнергетики России, основными направлениями которых являются внедрения на электроэнергетических предприятиях инновационных и энергосберегающих технологий.

Рассматривая опыт финансирования проектов развития электроэнергетики за последние годы, можно заключить, что фактически финансирование инвестиционных проектов осуществлялось главным образом из государственного бюджета. Причиной этого отчасти является общемировая сложная экономическая обстановка, а отчасти приостановка продажи частным инвесторам генерирующих активов, затруднившая приток частных инвестиций в отрасль. Таким образом, государство по-прежнему выступает в роли основного источника инвестиций в отрасль, однако государственных средств явно недостаточно для обеспечения ее развития требуемыми темпами.

Прямое финансирование не может считаться рыночным механизмом и достаточным источником инвестирования. Ограниченность государственного бюджетного фонда существенно повышает значимость участия в этом процессе частного капитала. В то же время существующие механизмы обеспечения финансирования не позволяют в достаточной степени учитывать специфические особенности электроэнергетической отрасли. Это обстоятельство существенно ограничивает круг потенциальных инвесторов и снижает эффективность финансирования, привлекаемого для реализации инвестиционных проектов в развитие энергосбережения. Все это предопределяет высокую актуальность исследования процессов финансового обеспечения электроэнергетической отрасли. Его результаты позволят сформировать необходимые теоретико-методологические подходы к развитию системы финансирования предприятий с учетом требований современной экономики и тенденций развития электроэнергетической отрасли.

Особенности инвестиционного процесса в электроэнергетике

Анализируя электроэнергетику в целом как отрасль, можно заключить, что, в отличие хозяйствующих субъектов других отраслей, финансовому обеспечению электроэнергетических предприятий в настоящее время присущ ряд специфических особенностей:

1. Потребность в больших объемах инвестиций. Электроэнергетика является и одним из самых капиталоемких производств национальной экономики, что обуславливается высокой стоимостью основных производственных фондов (силовые машины, трансформаторы, линии электропередач, сложные устройства электроснабжения, измерения, телекоммуникации и др.) и их большой долей в структуре активов предприятий. Стоимостная оценка потребности электроэнергетики в инвестиционном финансировании в период с 2008 по 2030 гг. составляет порядка 11,8 трлн. рублей [3]. При этом, по некоторым оценкам, эта сумма составляет лишь 20% от объема планируемых инвестиций Китая в сектор электроэнергетики за тот же период.

2. Сохраняющееся государственное регулирование. Большая социальная значимость отрасли требует государственного контроля за соблюдением баланса экономических интересов поставщиков и потребителей. Несмотря на то, что в 2010 году закончился установленный период реформирования, в отрасли до сих пор

сохраняются попытки устанавливать цены на энергоресурсы, либо административное вмешательство в деятельность компаний с целью ограничения их ценового поведения.

3. Наличие естественной монополии. В существующей электроэнергетической системе России наличествуют технологические ограничения (чаще всего связанные с невозможностью передачи электроэнергии), которые ставят потребителя в зависимость от единственного имеющегося в наличии поставщика. При этом любые попытки смены поставщика оказываются для потребителя экономически невыгодными (большие капитальные вложения на строительство и последующее содержание специфических объектов).

4. Диверсификация инвестиционных рисков по секторам отрасли. Федеральный закон № 35-ФЗ «Об электроэнергетике», определяющий и основы экономических отношений в отрасли, предусматривает диверсифицированную модель финансового обеспечения. Основной особенностью данной модели является распределение инвестиционных рисков между государством и частными инвесторами, при котором государство концентрирует свои усилия на системообразующих компаниях, работающих в монопольном секторе (ОАО «ФСК ЕЭС», ОАО «СО ЕЭС»), а также на предприятиях, относительно которых принято решение о сохранении государственного контроля (ОАО «РусГидро», ФГУП Концерн «Росэнергоатом»), в то время как частные инвестиции являются основным источником финансирования для тепловых электростанций (ОГК и ТГК).

5. Относительно недавнее внедрение рыночных механизмов. Внедрение в электроэнергетическую отрасль рыночных механизмов привело к необходимости трансформации финансовых отношений, поиска новых способов и подходов к технологиям финансового обеспечения, часто имеющих для отрасли принципиально новый характер. Так, если в условиях 100% государственной собственности финансирование осуществлялось преимущественно из бюджетных источников, то сегодня для компаний полностью или частично частным капиталом происходит переориентация на финансирование за счет внутренних источников (самофинансирование), а также финансирование за счет средств частных инвесторов (долевое и долговое).

Говоря о вариантах финансирования инвестиционного процесса на предприятиях, И.А. Бланк выделяет два принципиальных подхода: 1 – исходя из возможностей предприятия по формированию инвести-

ционных ресурсов; 2 – исходя из полного удовлетворения объема инвестиционных потребностей предприятия [1]. Метод оценки инвестиционных ресурсов исходя из возможностей их формирования предприятием используется обычно в тех случаях, когда возможности их привлечения на рынке капитала ограничены (т.е. низкий уровень финансовой гибкости предприятия не позволяет ему привлекать из внешних источников достаточно ощутимые объемы как собственного, так и заемного капитала). Метод оценки инвестиционных ресурсов исходя из полного удовлетворения объема инвестиционных потребностей основан на балансировании объемов этих двух показателей и предполагает, что предприятие обладает достаточным уровнем финансовой гибкости для удовлетворения потребностей в формировании необходимого объема инвестиционных ресурсов за счет внешних источников.

Однако инвестиционный процесс предприятий электроэнергетики обуславливается следующей существенной особенностью: обязательным условием продажи доли государства в энергетических компаниях частным инвесторам было безусловное выполнение утвержденной Правительством программы развития отрасли. Поэтому расчет общего объема финансирования программ развития большинства предприятий электроэнергетики производится в интервале, ограниченном рамками двух сценариев инвестирования – минимальным и максимальным. Минимальным сценарием инвестирования для предприятий электроэнергетики является своевременное выполнение мероприятий, включенных в утвержденную программу развития отрасли, а также величина финансирования, необходимая для обеспечения своевременной реновации основных средств. Максимальный сценарий инвестирования для предприятий электроэнергетики будет определяться максимальным объемом инвестиционных потребностей, определяемым на основе анализа и прогнозирования тенденций развития рынка электроэнергии и мощности с учетом корпоративной и финансовой стратегий развития предприятия.

Таким образом, из двух подходов, выделенных И.А. Бланком, предприятие электроэнергетики до достижения минимального сценария инвестирования может руководствоваться только принципом полного удовлетворения объема инвестиционных потребностей, и только по достижению этого сценария прибегать к любому из подходов.

В связи со сложившимися условиями глобального экономического кризиса прак-

тически все энергетические компании в той или иной мере пересмотрели свои программы нового строительства в сторону сокращения [9]. Исключением не стали даже предприятия с государственным участием (ОАО «РусГидро», ОАО «ФСК ЕЭС», ОАО «Холдинг МРСК») которым также пришлось обращаться в Министерство промышленности и энергетики с предложениями перенести на более поздние сроки ввода ряда объектов. Единственной компанией, которая не только не сократила, а напротив, увеличила свою инвестиционную программу, оказался ФГУП Концерн «Росэнергоатом». Однако эксперты высказывают солидарное мнение о том, что, учитывая стратегический статус проектов концерна, это «нерыночное» явление [9].

Другой существенной особенностью инвестиционной деятельности в электроэнергетике является длительный срок окупаемости капитальных вложений (как правило, больше 10-15 лет). Поэтому все задачи планирования и оптимизации финансового обеспечения носят долгосрочный характер. Очевидно, что данная ситуация создает условия для привнесения определенной неточности в финансовые планы, однако обойти ее в настоящий момент не представляется возможным. При этом эта проблема усугубляется еще и тем, что в большинстве случаев регионы не имеют серьезного перспективного плана развития промышленности, на который следовало бы опираться при определении ключевых параметров инвестиционных проектов (например, величины энергопотребления), а без этого энергетические предприятия не могут сформировать достоверные финансовые планы. В связи с этим, уже на начальном этапе формирования программы развития электроэнергетические предприятия вынуждены закладывать определенную степень риска в свои финансовые показатели. Одним из способов является следующий: при определении объема необходимого финансирования программы развития общая расчетная сумма финансовой потребности увеличивается на резерв капитала (страховой запас денежных средств) на случай непредвиденных ситуаций. Резерв капитала в электроэнергетике предусматривается обычно в размере до 10% от совокупной потребности в средствах для финансирования программы развития [4].

Финансирование проектов нового строительства

Основная масса предприятий отрасли при большом денежном обороте характеризуется низкой рентабельностью деятельности. Так среднее значение рентабельности

электроэнергетики как отрасли экономики за период с 2003 по 2012 год составило 12,5% (рассчитано на основании данных Росстата [10]). При этом рентабельность тепловой генерации в этот период составляла порядка 2–13%, рентабельность сетевых компаний – 7–17%. Исключение составляет гидрогенерация со стабильным значением рентабельности порядка 40%. В качестве основных причин низкой рентабельности тепловой генерации можно назвать повышение цен на различные виды топлива, поставляемого на электростанции, в связи с планируемой либерализацией топливных рынков (прежде всего природного газа), а также несогласованную политику регулирования тарифов на тепловую энергию, отпускаемую от ТЭЦ (при установлении заниженных тарифов на тепло прибыль компаний от участия на конкурентном рынке электроэнергии частично направляется на покрытие убытков от продажи тепла). Нехватка выручки приводит к жесткой конкуренции компаний на рынке и явному отданию предпочтений более близким в долгосрочном плане к государству сегментам деятельности. Анализ показывает, что в настоящее время большинство предприятий в той или иной мере испытывают дефицит собственных финансовых ресурсов. При этом ряд компаний в условиях низкой прибыльности бизнеса предпочитает инвестировать собственные средства в альтернативные проекты, не имеющие отношения к производству и распределению электроэнергии, но обеспечивающие более высокий коммерческий эффект. Это побуждает рассматривать иные источники финансирования проектов нового строительства.

При определении структуры источников финансирования инвестиционных проектов нового строительства необходимо учитывать особенности программ развития электроэнергетики. Так, сам процесс нового строительства (от момента принятия решения до ввода в эксплуатацию), как правило, характеризуется довольно продолжительным периодом (3–5 лет), что, соответственно, определяет и долгосрочное отвлечение финансовых средств на инвестиционные цели. Поэтому источниками формирования инвестиционных ресурсов кроме собственного капитала могут выступать, как правило, только долгосрочные кредиты и займы, финансовый лизинг, а также акционерное финансирование. Краткосрочные заемные инвестиционные ресурсы используются в процессе инвестиционной деятельности лишь в исключительных случаях, поэтому в составе источников формирования заемных инвестиционных ресурсов

не предусматриваются такие их виды, как краткосрочные кредиты банков, товарный (коммерческий) кредит, текущая задолженность по расчетам и другие аналогичные краткосрочные заемные средства. При этом следует учитывать, что длительность предоставления предприятию финансовых ресурсов формирует для кредитора более высокий уровень финансового риска (в сравнении с краткосрочным кредитованием), что, соответственно, существенно повышает стоимость заемных инвестиционных ресурсов и определяет необходимость более надежного их обеспечения (дополнительными гарантиями, залогом и т.п.). С учетом этих условий стоимость предлагаемого долгосрочного заемного капитала на отечественном финансовом рынке часто превышает не только стоимость собственного капитала (с учетом налоговой его нагрузки), но и возможный уровень инвестиционного дохода предприятия (что делает его инвестиционную деятельность, связанную с использованием заемного капитала, неэффективной). Поэтому в процессе выбора источников формирования инвестиционных ресурсов предприятия их стоимость должна сравниваться не только между собой, но и с прогнозируемым уровнем инвестиционного дохода.

Одним из наиболее привлекательных способов инвестирования в строительство новых энергоисточников является проектное финансирование, получившее широкое распространение в США, Европе, Юго-Восточной Азии и на Ближнем Востоке. По указанной схеме в этих странах построено большинство электростанций.

Под проектным финансированием понимается финансирование инвестиционного проекта, при котором инвестор ориентируется преимущественно на финансовый поток, генерируемый проектом, как источник возврата предоставленных ресурсов. При этом поступления денежных средств от реализации проекта должны обеспечить своевременно и в полном объеме покрытие всех производственных расходов и долговых обязательств [2].

Следует отметить основные преимущества и недостатки такого вида финансирования. Привлекательность заключается в том, что от заемщика не требуется предоставлять кредиторам обеспечения исполнения обязательств, за исключением залога активов и доходов, создаваемых самим проектом. Таким образом, эта схема ничем не обременяет действующий бизнес (поскольку он не рискует другими активами). Основной недостаток схемы относительно российской электроэнергетики заключается

в несовершенстве правового поля и неготовности субъектов к заключению долгосрочных договоров поставки сырья и покупки / продажи электроэнергии [8].

Схема корпоративного кредитования долгосрочных инвестиционных проектов, в отличие от схемы проектного финансирования, несет в себе следующие недостатки: серьезные требования кредиторов к действующему бизнесу и активам заемщика, а также менее длительные сроки. Это объясняется тем, что основные риски российской электроэнергетической отрасли связаны с прогнозированием ценообразования и, соответственно, заключением долгосрочных договоров на поставку энергоносителей, либерализацией внутренних цен на них, а также продажей электроэнергии на оптовом рынке [7].

С 1 сентября 2006 года Постановлением Правительства № 529 от 31 августа 2006 г. введены правила функционирования нового оптового рынка электроэнергии (мощности) – НОРЭМ. На этом рынке регулируемый сектор заменен сектором регулируемых договоров между поставщиком и потребителем; сектор свободной торговли – рынком на сутки вперед (с поставкой электроэнергии на следующие сутки после заключения договора). Цены, объемы и контрагенты по регулируемым договорам устанавливаются под контролем государства. В соответствии с Постановлением Правительства № 205 от 7 апреля 2007 года, начиная с 2007 г., регулируемые договоры постепенно заменяются нерегулируемыми, условия которых (включая цены) устанавливаются контрагентами. На рынке на сутки вперед (РСВ) цены государством не регулируются. На НОРЭМ были созданы условия для постепенного перехода к полноценным конкурентным отношениям в отрасли и привлечения инвестиций. Установление цен РСВ на каждый час суток, с одной стороны, стимулирует снижение энергопотребления в часы максимальных нагрузок, с другой – позволяет задействовать наиболее эффективных производителей электроэнергии. Свободные цены оптового рынка транслируются на розничные рынки, правила работы которых введены постановлением Правительства № 530 от 31 августа 2006 г. одновременно с новыми правилами НОРЭМ. Для населения предусмотрено сохранение поставок электроэнергии только по регулируемым ценам [6].

Надо отметить, что с улучшением экономической ситуации в России финансирование проектов электроэнергетической отрасли и эффективность регулирования инвестиционной деятельности изменяется за счет увеличения количества источников финансирования.

Важнейшими источниками средств на финансирование капиталовложений электроэнергетических компаний стали: проведение эмиссий дополнительных акций и продажа акций тепловых генерирующих компаний; государственный бюджет; плата за технологическое присоединение для сетевого комплекса. Источники финансирования соответствуют форме собственности компаний. В конкурентном секторе (генерация, сбыт, ремонт и сервис) ключевая роль отводится частному капиталу, который должен стать преобладающим в данном секторе. Государственное финансирование направляется в компании, которые должны остаться по завершении реформы под контролем государства: магистральные и распределительные сети, диспетчеризация, атомная и гидроэнергетика. Таким образом, повышается доля частного капитала в генерирующих и сбытовых компаниях, увеличивается государственное участие в ФСК, ГидроОГК. Результатом перехода реформы электроэнергетики в инвестиционную фазу стало не только повышение надежности энергоснабжения и удовлетворение растущего спроса на электроэнергию, но и подъем в смежных отраслях экономики за счет роста заказов со стороны предприятий энергомашиностроения, строительства, топливно-энергетического комплекса, т.е. предприятий электроэнергетики [6].

Финансирование проектов внедрения инновационных энергосберегающих технологий

К сожалению, на фоне общего благоприятного фона в области финансирования электроэнергетики финансирование развития энергосберегающих технологий остается недостаточным, что и делает целесообразным обращение к проектному финансированию.

По уровню и характеру эффективности энергосберегающие проекты делятся на три основные группы. К первой группе относятся проекты, способные обеспечить заемщикам-владельцам объекта внедрения проекта достаточный уровень дохода, чтобы рассчитаться с инвесторами (банками, предприятиями, частными лицами и т.д.) по коммерческому курсу процентной ставки и получить прибыль. Такие проекты направлены на:

- поддержание в надлежащем состоянии существующего оборудования;
- доведение показателей энергетической эффективности до уровня лучших образцов;
- реализацию новых принципов использования энергии.

Основным источником финансирования первой группы проектов являются в основном средства владельца объекта внедрения проекта и инвестиции, полученные на общих условиях.

Ко второй группе относятся проекты, реализация которых имеет народнохозяйственное значение, но не дает достаточного дохода непосредственным исполнителям. К ним относятся проекты межотраслевого характера, а также проекты, направленные на кардинальное совершенствование и реконструкцию существующих технологий и оборудования.

Источником финансирования второй группы проектов, кроме названных выше, может также являться общегосударственный внебюджетный фонд энергосбережения. В финансировании государством энергоэффективности наблюдается явный дисбаланс в пользу новых объемов энергоснабжения, поэтому от правительства не ожидается финансирование всех инвестиций. Как уже отмечалось, главная роль правительства заключается в создании надлежащих условий инвестирования.

Однако сейчас существует возможность для целенаправленного государственного финансирования проектов по энергоэффективности. Такое финансирование будет оказывать наибольшее влияние при условии усиления дополнительного финансирования и стимулирования инвестиций со стороны частного сектора. Кредитные гарантии и сниженная процентная ставка – эффективные рычаги обеспечения дополнительного финансирования, которое может заполнить важный пробел в то время, как частный сектор еще не уверен в том, как оценивать риски. Поскольку государственное финансирование всегда будет ограниченным, очень важно использовать его целенаправленно. Также должным образом спланированное инвестирование может усилить частное инвестирование, например, от энергосервисных компаний.

К третьей группе относятся проекты, реализация которых не дает прямой коммерческой отдачи, но результаты их внедрения положительно влияют на функционирование энергетического рынка, состояние окружающей природной среды, социальную сферу, имеют большое значение для разработки новых энергосберегающих технологий, определяют направления практической работы на будущее. Коммерческое финансирование остается важнейшим источником инвестиций в энергоэффективность. В большинстве случаев лучшим источником коммерческого финансирования являются внутренние корпоративные ресурсы.

Энергоэффективные проекты могут начинаться с малого: компании, имеющие большой опыт малых энергоэффективных проектов, имеют больше возможностей для привлечения инвестиций в крупные проекты модернизации. Банки или другие иностранные инвесторы очень редко финансируют 100% стоимости проекта. Также к коммерческим проектам относится создание энергоэффективных демонстрационных зон, проведение образовательных и рекламных кампаний, выполнение прикладных научных исследований и др. В большинстве случаев такие проекты финансируются из различных источников, включая международные фонды, коммерческие банки, инвестиционные фонды и стратегических инвесторов. Кроме названных выше источников, также возможны субсидии из государственного бюджета.

В случае сокращения финансирования разработчикам проектов могут препятствовать внутренние и внешние факторы, отодвигая сроки выполнения проекта. И только помощь на высшем уровне иногда может решить проблему, имеющую высокую приоритетность.

Таким образом, основным проектам в электроэнергетике необходим доступ к рынку капитала или стратегических инвесторов. Здесь основными возможностями для получения прибыли является энергоэффективность и модернизация российских предприятий.

Отдельным вопросом является создание партнерств для финансирования проектов. Большинство проектов имеют большое количество источников финансирования, это касается проектов как в общественном, так и в частном секторе. Например, внедряется программа финансирования из городского, локального бюджетов и частного сектора. Учреждается новая частная энергосервисная компания, которая ставит своей целью обеспечить местные компании, которые стремятся повысить энергоэффективность, когенерационными системами. Следующим этапом частной энергосервисной компании является финансирование приобретения, установки и обслуживания оборудования для генерирования энергии, рассчитанное на существенное сокращение энергетических затрат на производство продукции. Такие компании в основном направляют свою активность на средние, финансово устойчивые компании с энергоемких отраслей (целлюлозно-бумажное производство, нефтехимическая промышленность, нефтепереработка и др.).

Еще одним источником финансирования могут выступать энергосервисные компа-

нии (ЭСК), опыт которых Россия применила с помощью западных компаний, предлагающих большой выбор энергосберегающих проектов. ЭСК финансируют проекты собственными силами и/или используют банковские ссуды или привлекают к финансированию другую сторону. Такие компании осуществляют инвестирование в области энергосбережения в форме перформанс-контракта, по которому стоимость переданного энергосберегающего оборудования и услуг возвращается за счет стоимости произведенной или сэкономленной энергии после внедрения проекта [11].

Перформанс-контрактинг – это подход, которым заинтересовались российские компании, у которых не хватает рабочего капитала или ограничены возможности оформления займа. Однако законодательная база для энергетического перформанс-контракта в России развита очень слабо. ЭСК не могут застраховать себя на стопроцентную выплату суммы, если ее возвращение обусловлено энергосбережением.

Учитывая современное экономическое положение в России, необходимо разработать быстроокупаемые энергосберегающие мероприятия на ближайшую перспективу, при этом ориентироваться на выделение средств из различных источников финансирования, в том числе из Федерального бюджета России, что будет способствовать внедрению энергосберегающих проектов межотраслевого характера.

Заключение

Проведенный анализ показал, что в отечественной отрасли электроэнергетики не уделяется должное внимание финансированию инвестиционных проектов в нынешних условиях. В России не хватает опыта по привлечению денег под масштабные инфраструктурные проекты. В результате большое количество энергопроектов еще ожидает своих инвесторов.

Сегодня осознана необходимость стимулирования самостоятельного привлечения компаниями инвестиционных средств. При этом наряду с традиционными для развитой рыночной экономики источниками инвестирования необходим поиск новых источников, которые могут быть использованы в условиях нестабильной внешней бизнес-среды.

Важнейшим сдерживающим фактором привлечения финансирования является несовершенное законодательство, от чего в первую очередь проигрывает само государство, а также ограниченность внутренних источников финансирования. Значительного увеличения финансового потока

в электроэнергетике следует ожидать при условии уменьшения рисков и роста гарантий (в том числе и государственных) возврата вложенных инвесторами капиталов. Положительный эффект на финансовое обеспечение развития электроэнергетики окажет последовательная реализация мероприятий, направленных на увеличение прибыльности и уровня капитализации энергетических предприятий, частичная ликвидация субсидирования других отраслей экономики и социальной сферы за счет электроэнергетики. Кроме того, необходимо усилить государственный контроль над получением, использованием и возвратом кредитов банков и других финансовых организаций.

Список литературы

1. Бланк И.А. Инвестиционный менеджмент: учебный курс. – М.: Эльга-Н, 2006.
2. Бобылева А.З., Судас Л.Г. Проектное финансирование: перспективы для российской энергетики // Вестник Московского университета. Серия 21: Управление (государство и общество). – 2011, № 4. – С. 69–85.
3. Генеральная схема размещения объектов электроэнергетики до 2020 года. – М.: Правительство Российской Федерации, 2007.
4. Золотоголов В.Г. Инвестиционное проектирование: учебное пособие. – М.: ИП «Экоперспектива», 2001. – 463 с.
5. Карашева А.Г., Кульбаев А.В. Реформирование электроэнергетики: проблемы отрасли и региона // Проблемы современной экономики, – 2007, № 2. – [Электронный ресурс], URL: <http://www.m-economy.ru/art.php?nArtId=1392>. (дата обращения 7 февраля 2014).
6. Основные этапы развития отечественной электроэнергетики // Электротехнический портал. [Электронный ресурс], URL: <http://электротехнический-портал.рф/ekonomika-i-upravlenye-v-electroenergetike/53-electroenergetika-bazovaya-otrasl-ekonomiki/291-osnovnye-etapy-razvitya-otechestvenoy-electroenergetiki.html>. (дата обращения 7 февраля 2014).
7. Судас Л.Г., Бобылева А.З., Львова О.А. Зарубежный опыт проектного финансирования в сфере энергетики // Государственное управление. Электронный вестник. – 2011. – № 29. – С. 14.
8. Темникова К.Н. Развитие проектного финансирования и проблемы мировой энергетики // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. – 2013, № 5. – С. 26–33.
9. Успенский А. Опасный прецедент // Сайт ежедневной деловой газеты RBC daily. – 16.10.2008, [Электронный ресурс], URL: <http://www.rbcdaily.ru/2008/10/16/tek/385781>. (дата обращения 7 февраля 2014).
10. Федеральная служба государственной статистики (Росстат). Официальный сайт. // [Электронный ресурс], URL: <http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat/rosstatsite/main/>. (дата обращения 7 февраля 2014).
11. Чугнин А.А. Проектное финансирование в энергетике – мировой опыт и перспективы для России // Сегодня и завтра Российской экономики. – 2010. – № 38. – С. 94–100.

References

1. Blank I.A. Investicionnyj menedzhment: Uchebnyj kurs. Moscow: Jel'ga-N, 2006.
2. Bobyleva A.Z., Sudas L.G. Proektnoe finansirovanie: perspektivy dlja rossijskoj jenergetiki // Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija 21: Upravlenie (gosudarstvo i obshhestvo). 2011, no. 4. p. 69–85.
3. General'naja shema razmeshhenija ob'ektov jelektro-jenergetiki do 2020 goda. Moscow: Pravitel'stvo Rossijskoj Federacii, 2007.
4. Zolotogorov V.G. Investicionnoe proektirovanie: Uchebnoe posobie. Mn.: IP «Jekoperspektiva», 2001. 463 p.
5. Karasheva A.G., Kul'baev A.V. Reformirovanie jelektro-jenergetiki: problemy otrasli i regiona // Problemy sovremennoj jekonomiki, 2007, no. 2, URL: <http://www.m-economy.ru/art.php?nArtId=1392>. (Accessed 7 February 2014).
6. Osnovnye jetapy razvitija otechestvennoj jelektro-jenergetiki // Jelektrotehnicheskij portal. URL: <http://jelektrotehnicheskij-portal.rf/ekonomika-i-upravlenye-v-electroenergetike/53-electroenergetika-bazovaya-otrasl-ekonomiki/291-osnovnye-etapy-razvitya-otechestvenoy-elektroenergetiki.html>. (Accessed 7 February 2014).
7. Sudas L.G., Bobyleva A.Z., L'vova O.A. Zarubezhnyj opyt proektnogo finansirovanija v sfere jenergetiki (in Russian) // Gosudarstvennoe upravlenie. Jelektroennyj vestnik. 2011, no. 29. pp. 14.
8. Temnikova K.N. Razvitie proektnogo finansirovanija i problemy mirovoj jenergetiki (in Russian) // Problemy jekonomiki i upravlenija neftegazovym kompleksom. 2013, no. 5. pp. 26–33.
9. Uspenskij A. Opasnyj precedent // Sajt ezhednevnoj delovoj gazety RBC daily. 16.10.2008, URL: <http://www.rbcdaily.ru/2008/10/16/tek/385781>. (Accessed 7 February 2014).
10. Federal'naja sluzhba gosudarstvennoj statistiki (Rosstat) // Official web: URL: <http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat/rosstatsite/main/>. (Accessed 7 February 2014).
11. Chuginin A.A. Proektnoe finansirovanie v jenergetike mirovoj opyt i perspektivy dlja Rossii // Segodnja i zavtra Ros-sijskoj jekonomiki. 2010, no. 38. pp. 94–100.

Рецензенты:

Фомин П.А., д.э.н., профессор, советник генерального директора, ЗАО «Бизнес-Эффект», г. Москва;

Лукаевич И.Я., д.э.н., профессор, заведующий кафедрой «Финансовый менеджмент», ФГБОУ ВПО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», г. Москва.

Работа поступила в редакцию 28.07.2014.

УДК 332.01

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ СХЕМА ФУНДАМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ФОРМИРОВАНИЯ МОДЕЛИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СЕВЕРА)

Скуфьина Т.П., Баранов С.В.

*ФГБУН «Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина» Кольского научного центра РАН,
Апатиты, e-mail: skufina@iep.kolasc.net.ru*

Статья посвящена рассмотрению специфики применения концептуальной схемы фундаментального исследования к решению конкретной научной задачи – формированию модели социально-экономического развития Севера России. Отмечается практическое отсутствие работ, представляющих последовательную схему изучения фундаментальных проблем или проведения исследований поискового характера. Определяется актуальность рассмотрения такой схемы, особенно полезной для молодых исследователей при составлении заявок и работе над грантами научных фондов. Позиционируется значимость формирования модели социально-экономического развития Севера России для решения системных проблем развития этой территории, раскрываемых в исследовании авторов по гранту РГНФ № 14-02-00128, и для моделирования производства валового регионального продукта регионов Севера в рамках проекта РГНФ и Правительства Мурманской области № 14-12-51005. Специфика обсуждаемой схемы исследования применительно к формированию модели развития Севера заключается в представлении комплекса методов исследования как последовательных ступеней познания. Подробно представлена логическая схема этапов движения (этапов применения определенных методов) по каждой из трех ступеней – концептуальное моделирование, формализация концептуальной модели, прогнозирование.

Ключевые слова: фундаментальное исследование, методическая схема, моделирование, регионы Севера

CONCEPTUAL SCHEME OF FUNDAMENTAL RESEARCH (BASED ON THE EXAMPLE OF FORMING THE MODEL OF SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE NORTH)

Skufina T.P., Baranov S.V.

*The Institute of Economic Problems, Kola Science Center, Russian Academy of Sciences,
Apatity, e-mail: skufina@iep.kolasc.net.ru*

Article is dedicated to consideration of specifics of using conceptual scheme of fundamental research for solving specific scientific problem – forming model of socio-economic development of the Russian North. Highlighted a lack of works which present a consistent scheme of researching fundamental problems or a scheme of research for searchable characteristics. Determined actuality of studying such scheme, especially helpful for young researchers when drafting applications and working for grants supported by scientific funds. Positioned significance of forming the models of socio-economic development of the Russian North for solving the problem of development of this territory, which is opened in research by author of grant RNSF № 14-02-0012 and for modeling of production of gross regional product of Russian north within RNSF and administration of Murmansk region № 14-12-51005. Specifics of discussed scheme of research is used to formulate the model of developing the north and present the complex of methods of research for serial steps of cognition. Presented detailed logical scheme of movement (steps of using specific methods) along all three steps – conceptual modeling, formulation of conceptual model and forecasting.

Keywords: fundamental research, methodological scheme, modeling, Northern regions

Последнее время в рамках методологии науки рассматриваются многообразные аспекты проведения научных исследований – подходы, методы, инструментарий и т.д. Вместе с тем практически отсутствуют работы, освещающие общие вопросы специфики последовательного изучения каких-либо фундаментальных проблем или проведения исследований поискового характера. Опыт авторов по привлечению молодых научных сотрудников к работам фундаментального характера говорит о целесообразности рассмотрения одной из типовых схем научного исследования. Это облегчит труд руководителей проекта по объяснению специфики работ, а также позволит молодым научным сотрудникам про-

водить самостоятельные научные исследования. Учитывая значительное количество работ молодежи, поддерживаемых грантами научных фондов, представление схемы научного исследования, предполагающей формирование нового теоретико-методологического знания, выглядит актуальным. Кроме того, применение этой схемы позволит молодым авторам исследования на начальном этапе исследования детально продумать методы и методики, предполагаемые к использованию. Это является не только залогом успешного выполнения работы, но и позволит представить обоснованную заявку на проведение научного исследования как фундаментального, так и поискового, и прикладного характера.

В настоящей работе типовая схема исследования будет представлена в контексте решения задачи формирования модели социально-экономического развития Севера России. Решение этой задачи является одной из основных целей исследования в рамках проекта РГНФ № 14-02-00128 «Трансформация социально-экономического пространства Севера России и альтернативы развития». Кроме того, разработанная модель современного и перспективного развития Севера будет использована в качестве консультирующего средства при решении задач проекта № 14-12-51005 «Выявление условий увеличения валового регионального продукта регионов Севера России», поддержанного грантом РГНФ и Правительством Мурманской области в рамках регионального конкурса «Русский Север: история, современность, перспективы», 2014 – Мурманская область.

Сущность научной проблемы заключается в противоречии между усилением геополитического и экономического значения ресурсов Северо-Арктической зоны Российской Федерации и системным нарастанием деструктивных тенденций социально-экономического пространства Севера и его арктической составляющей. Подробно комплексные проблемы Севера и Арктики представлены в работах сотрудников Института экономических проблем Кольского НЦ РАН [1, 2, 3], при этом эти проблемы в работах исследователей позиционируются как системные противоречия экономики [4, 5, 6], социальной сферы [7, 8], управления [1, С. 36–135; 2, 9, 10, 11, 12].

Необходимая разносторонность исследования этих системных проблем предполагает широкий арсенал методов, позволяющих адекватно характеризовать предметную область этих многообразных процессов. При этом весь комплекс методов и методик, как предполагаемых к применению, так и возможных к применению в зависимости от возникающих потребностей в процессе исследования, следует отнести к трем составляющим, которые фактически можно представить и как последовательные ступени познания объекта – Севера РФ. В свою очередь каждая из этих ступеней состоит из определенных этапов. Эти ступени и этапы представляют собой логическую схему исследования.

I. Первая ступень – концептуальное моделирование.

Предполагает формирование структурированного множества элементов, понятий, связей, позволяющих достоверно описать сущность структуры рассматриваемой проблематики развития Севера и специфики

его регулирования. В результате должна быть сформирована абстрактная модель социально-экономического развития современного Севера России, определяющая структуру моделируемой системы, свойства её элементов и причинно-следственные связи, присущие системе и существенные для нее. Процесс построения этой концептуальной модели предполагает последовательность этапов и цикличность, т.е. возможно к повторение этапов.

На первом этапе построения концептуальной модели необходимо применение уже существующих знаний об объекте исследования. В данном случае ценны не только определенные наработки авторского коллектива, но и обращение к иным воззрениям исследователей, в том числе и альтернативным. При этом обосновывается построение подсистем социально-экономической системы, аргументируется концентрация внимания на определенных сторонах исследуемого объекта – Севера РФ.

На втором этапе эта «предварительная» модель социально-экономического развития Севера выступает уже как самостоятельный объект исследования. Одной из форм такого исследования является проведение «модельных» экспериментов, при которых сознательно изменяются условия функционирования модели и систематизируются данные о её «поведении» [см., например: 1, С. 219–235; 2, С. 34–49, 11]. Фактически проводится некий аналог имитационного моделирования в зависимости от гипотетического изменения глобальных тенденций, тенденций развития планетарного Севера, макроэкономической динамики и динамики национальных приоритетов. Этот этап неделимо связан с использованием циклически-волнового подхода и принципа синхронизации социально-экономических процессов России в целом и ее северных территорий с глобальными движениями. Целесообразность и методологические основания использования этого подхода к анализу трансформации социально-экономического, в том числе и регионального, пространства обоснованы авторами с позиций необходимой сопряженности, синхронизации российских и мировых движений [подробнее см.: 10, 12].

На третьем этапе построения концептуальной модели осуществляется перенос знаний с модели, построенной на предшествующем этапе, на объект реального мира. Результат – формирование комплекса более структурированного знания теоретического характера о Севере России на основе сопоставления построенной модели с результатами анализа исследователей-североведов.

Для студентов и аспирантов также будет полезным соотнесение модели со спецификой развития отдельных сторон конкретных регионов Севера (в частности, Мурманской области). Эти результаты будут плодотворно применены для достижения цели проекта, поскольку предполагают корректировку знания о модели с учетом тех свойств объекта, которые не нашли отражения в модели или были видоизменены в процессе ее построения. Конечным результатом этого этапа является формирование уточненной совокупности теоретических знаний о модели развития Севера России, соотнесенной с глобальными тенденциями, декларированными приоритетами, макроэкономической спецификой.

Напомним, процесс концептуального моделирования итерационен. Это означает, что после завершения трехэтапного цикла могут последовать вторая, третья, и т.д. итерации. При этом знания об исследуемом объекте расширяются и уточняются, а исходная концептуальная модель постепенно совершенствуется. Недостатки, обнаруженные после первой итерации моделирования, обусловленные малым знанием объекта или ошибками в построении модели, можно исправить на последующих итерациях. В результате формируется концептуальная модель современного Севера России, состоящая из перечня взаимосвязанных понятий, используемых для описания, вместе со свойствами и характеристиками, классификацией этих понятий, по типам, ситуациям, признакам в данной области и законам протекания процессов в ней.

Отметим, опыт авторов свидетельствует, что для молодых исследователей-участников проекта, включая аспирантов и студентов, особенно важен процесс обсуждения концептуальной модели и разработка пусть не единого, но непротиворечивого мнения об объекте и желательных направлениях его развития.

II. Вторая ступень – формализация концептуальной модели. Включает выявление системной динамики и проблем социально-экономического развития регионов Севера России на основе эконометрических и статистических методов исследования.

Полученные знания предшествующего этапа носят исключительно теоретический, концептуальный характер. При этом отличительной чертой концептуальной модели Севера России является системная проработка факторов и явлений, позволяющих устанавливать опосредованные связи российского Севера с пространственно разделенными событиями и явлениями различной природы, объяснять изменения в его социально-экономическом развитии периодическими

колебаниями и циклами мирохозяйственной системы [подробнее о подходе см: 10, 12]. Использование этой модели для выявления проблем, формирования альтернативных вариантов развития, выявления перспектив регулирования Севера России предполагает еще один этап – практическую проверку полученных с помощью моделей знаний.

Эта проверка заключается в формализации модели, позволяющей выявить системную динамику развития Севера с помощью использования комплекса экономико-математических методов анализа социально-экономической динамики.

Рассмотрим особенности формализации концептуальной модели. Как было обозначено нами выше, разноплановые угрозы стабильному и эффективному развитию Севера обусловлены деструктивными процессами в различных областях экономики, социальной сферы, практики управления. Поэтому для анализа системной динамики, выявления кризисных социально-экономических тенденций и системных проблем следует использовать группу взаимосвязанных критерийных показателей, наиболее концентрированно характеризующих эти процессы.

При формировании перечня показателей учтен опыт разработок Минэкономразвития РФ по сравнительной оценке экономического и социального развития регионов РФ, авторский опыт сравнительных комплексных оценок, реализованный для научных целей и целей государственного управления [4, 5, 8]. Эти показатели сведены в три системных блока, являющихся основными компонентами оценки и в наиболее полной мере характеризующих субъекты Севера: I – производственный; II – ресурсно-инфраструктурный; III – социальный.

Что касается методов исследования, то авторы стоят на позиции использования типовых, многократно апробированных методов и методик. Однако практика использования типовых методов и методик в региональных исследованиях наталкивается на ряд трудностей. Например, изменение методик расчета статистических показателей, появление новых показателей и исчезновение «старых», объединение субъектов РФ и т.д. приводят к проблеме коротких динамических рядов данных. В результате полномасштабное использование типовых методик и эконометрических моделей становится невозможным. Поэтому, как правило, в практике региональных исследований используются не только типовые, но и авторские методики, в нашем случае направленные на обобщение имеющейся статистической информации о развитии Севера РФ.

Так, для идентификации специфики и проблем развития Севера России в общероссийском контексте представляется целесообразным использовать метод рейтинговых сравнений положения субъектов (регионов) Севера РФ, выполнив переход от исходных показателей к комплексной оценке положения регионов по выделенным критериям развития. Для этого следует воспользоваться, как минимум, двумя методиками. Это позволит частично устранить недостатки методических схем, приводящих к неполноте результатов.

Первая методика – типовая, основанная на безинтервальном, пофакторном ранжировании регионов по взаимоувязке с методом балльной оценки и представлением результатов расчетов в форме стандартизированных (рейтинговых) оценок [см., например: 4, 8].

Вторая методика – авторская, основанная на определении рейтинга развития региона как расстояние от центра масс – начало координат в системе главных компонент – с нормировкой на дисперсии по соответствующим главным компонентам (статистика T^2 Хотеллинга) [5]. Результаты по этой методике позволяют не только упорядочивать регионы по уровню развития, но и количественно измерять этот уровень. Следовательно, позволяют отследить динамику процессов и идентифицировать отклонения социально-экономического развития субъектов Севера РФ.

Для дальнейшего углубления результатов сравнительной оценки и выявления количественных характеристик системных проблем следует построить модель, характеризующую меру неоднородности социально-экономического развития Севера РФ в общероссийском контексте по комплексу критериев, показателей. Авторский опыт свидетельствует, что перспективным является построение модели несложными методами и приемами. Это диктуется следующими соображениями: снижением трудозатратности, возможностью подключения к расчетам молодых участников проекта, минимизацией расчетных ошибок, легкостью интерпретации и однозначностью полученных результатов. Для решения задач исследования динамики социально-экономических показателей развития регионов Севера разработана модель, основанная на децильных отношениях, расчете кумулятивной кривой дифференциации, индексах дифференциации и т.д. Очевидно, что в дальнейшем, в процессе работы над проектом в последующие годы, перечень используемых методов и приемов моделирования уточнится и закономерно усложнится.

Полученные знания о количественных характеристиках, закономерностях развития

и системных проблемах Севера соотносятся с результатами, полученными на первом этапе, то есть соотносятся с концептуальной моделью Севера России. В результате отображаются отклонения, которые в зависимости от специфики либо рассматриваются как проблемы развития Севера, либо как основания для корректировки модели.

III. Третья ступень – прогностическая, то есть рассмотрение перспектив развития объекта исследования, в нашем случае – зоны Севера России. Эта ступень может выпадать из типовой схемы исследования в том случае, если планом работ не предусмотрены какие-либо прогностические разработки. Однако, на взгляд авторов, если рассматривается какая-либо социально-экономическая проблема, то для ее разрешения необходима не только ее диагностика, пусть и детальная. Важнейшим является предсказание, а на основе этого – предугадание поведения объекта в будущем. Такой подход позволяет наметить перспективные пути нивелирования проблемы, следовательно, делает общественно востребованными результаты фундаментальных исследований.

Это полезно и для самих исследователей в плане продвижения и использования результатов теоретического характера, как в дальнейших исследованиях, так и в практике. Так, в частности в нашем случае, результаты построения модели социально-экономического развития Севера (задача проекта РГНФ № 14-02-00128) позволили авторам интерпретировать результаты эконометрического моделирования ВРП регионов Севера (задача моделирования ВРП решалась в рамках проекта РГНФ № 14-12-51005), что привело к разработке обоснованных рекомендаций влияния на процессы производства ВРП Мурманской области, востребованных Правительством этого региона.

Поэтому в рамках построения модели социально-экономического развития мы предлагаем формировать вероятные альтернативы развития Севера, затем – выбор перспективной альтернативы, затем – разработку рекомендаций по совершенствованию регулирования социально-экономических процессов. Представляется целесообразным воспользоваться сценарным подходом с выделением базисного сценария. В основе разработки сценариев – результаты анализа системной динамики регионов Севера, установленной специфики влияния глобальной, макроэкономической, региональной сред.

По нашему мнению, результаты этого этапа очень любопытны для молодых участников проекта. Ибо они позволяют на основе самостоятельных исследований

ответить на важнейшие вопросы. Первый вопрос – создает ли складывающаяся в России модель управления территориальным развитием предпосылки перехода регионов Севера и его арктических территорий к модели устойчивого социального и экономического развития, последовательного перевооружения отраслей не только северных субъектов, но и российской экономики в целом? Второй вопрос – каковы последствия реализации современной политики и практики управления Севером и Арктикой с точки зрения национальных интересов?

В заключение можно отметить следующее. Во-первых, рассмотренная схема формирования модели социально-экономического развития Севера России достаточно проста и легко адаптируема для других исследований, то есть универсальна. Во-вторых, формирует теоретический базис исследования и структурирует методы получения новых знаний об исследуемом объекте на начальном этапе работы. В-третьих, позволяет активно привлекать молодых исследователей и развивать их творческую самостоятельность без ущерба для результатов работы*.

Исследование выполнено при поддержке грантов РГНФ № 14-02-00128 «Трансформация социально-экономического пространства Севера России и альтернативы развития», РГНФ и Правительства Мурманской области № 14-12-51005 «Выявление условий увеличения валового регионального продукта регионов Севера России».

Список литературы

1. Особенности и сценарии социально-экономического развития современного Севера России. – М.: Экономика, 2010 – 238 с.
2. Региональная экономика и вопросы североведения // коллектив авторов; под науч. ред. д.э.н. проф. В.С. Селина, д.э.н. Т.П. Скуфина; моногр. – Апатиты: изд-во Кольского научного центра РАН, 2013. – 200 с.
3. Скуфина Т.П. Аналитический обзор проблематики исследований Севера и Арктики (на материалах докладов всероссийской научно-практической конференции «Развитие Севера и Арктики: проблемы и перспективы» // Север и рынок: формирование экономического порядка. – 2014. – Т. 1. – № 38. – С. 3–10.
4. Баранов С.В. Динамика производственных характеристик экономического развития регионов Севера России // Север и рынок: формирование экономического порядка. – 2010. – Т. 1. – № 25. – С. 3–9.
5. Баранов С.В. Комплексные оценки регионов Севера по уровню социально-экономического развития // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6. – С. 429.
6. Серова В.А. Специфика транспортной инфраструктуры Севера // Север и рынок: формирование экономического порядка. – 2006. – Т. 2. – № 16. – С. 130–140.
7. Самарина В.П. Социально-экономические факторы размещения населения зоны Севера // Север и рынок: формирование экономического порядка. – 2007. – Т. 2. – № 18. – С. 150–160.
8. Терешина М.В., Самарина В.П. Анализ проблем развития зоны Севера в контексте типологизации регионов //

Современная экономика: проблемы и решения. – 2013. – № 11. – С. 79–90.

9. Серова Н.А. Муниципальная реформа в регионах Севера Российской Федерации // Экономика. Управление. Право. – 2011. – № 5. – С. 23–15.

10. Скуфина Т., Баранов С. Региональное развитие России в свете циклически-волновых представлений // Федерализм. – 2007. – № 1 (45). – С. 29–48.

11. Скуфина Т. Перспективы развития Севера России // Вопросы экономики. – 2010. – № 8. – С. 148–151.

12. Скуфина Т.П. Региональное развитие России в контексте глобальных процессов // Пространственная экономика. – 2007. – № 4. – С. 26–39.

References

1. Osobennosti i stsennarii sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya sovremennogo Severa Rossii. M.: Ekonomika, 2010 238 p.
2. Regionalnaya ekonomika i voprosy severovedeniya // kolektiv avtorov; pod nauch. red. d.e.n. prof. V.S. Selina, d.e.n. T.P. Skufina; monogr. Apatity: izd-vo Kolskogo nauchnogo tsentra RAN, 2013. 200 p.
3. Skufina T.P. Analiticheskiy obzor problematiki issledovaniy Severa i Arktiki (na materialah dokladov vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Razvitie Severa i Arktiki: problemy i perspektivy» // Sever i ryinok: formirovanie ekonomicheskogo poryadka. 2014. T.1. no. 38. pp. 3–10.
4. Baranov S.V. Dinamika proizvodstvennykh harakteristik ekonomicheskogo razvitiya regionov Severa Rossii // Sever i ryinok: formirovanie ekonomicheskogo poryadka. 2010. T.1. no. 25. pp. 3–9.
5. Baranov S.V. Kompleksnyie otsenki regionov Severa po urovnyu sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya // Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya. 2012. no. 6. pp. 429.
6. Serova V.A. Spetsifika transportnoy infrastruktury Severa // Sever i ryinok: formirovanie ekonomicheskogo poryadka. 2006. T.2. no. 16. pp. 130–140.
7. Samarina V.P. Sotsialno-ekonomicheskie faktoryi razmesheniya naseleniya zonyi Severa // Sever i ryinok: formirovanie ekonomicheskogo poryadka. 2007. T. 2. no. 18. pp. 150–160.
8. Tereshina M.V., Samarina V.P. Analiz problem razvitiya zonyi Severa v kontekste tipologizatsii regionov // Sovremennaya ekonomika: problemy i resheniya. 2013. no. 11. pp. 79–90.
9. Serova N.A. Munitsipalnaya reforma v regionah Severa Rossiyskoy Federatsii // Ekonomika. Upravlenie. Pravo. 2011. no. 5. pp. 23–15.
10. Skufina T., Baranov S. Regionalnoe razvitie Rossii v svete tsiklicheski-volnovykh predstavleniy // Federalizm. 2007. no. 1 (45). pp. 29–48.
11. Skufina T. Perspektivy razvitiya Severa Rossii // Voprosy ekonomiki. 2010. no. 8. pp. 148–151.
12. Skufina T.P. Regionalnoe razvitie Rossii v kontekste globalnykh protsessov // Prostranstvennaya ekonomika. 2007. no. 4. pp. 26–39.

Рецензенты:

Ляхова Н.И., д.э.н., профессор, зав. кафедрой «Экономика и менеджмент» Старооскольского технологического института (филиал) им. А.А. Угарова, ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский технологический университет», г. Старый Оскол;

Самарина В.П., д.э.н., доцент, профессор кафедры «Экономика и менеджмент» Старооскольского технологического института (филиал) им. А.А. Угарова, ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский технологический университет», г. Старый Оскол.

Работа поступила в редакцию 28.07.2014.

УДК 378.016:711-1"20"

К ВОПРОСУ О РАЗВИТИИ СИСТЕМЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Шестернева Н.Н., Приходько А.Н.

ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», Санкт-Петербург, e-mail: an_prihodko@mail.ru

Актуальность выбранной для исследования темы, определяется отсутствием системных исследований, посвященных отечественной практике градостроительного образования, высокой востребованностью выбора направлений его развития и необходимостью систематизации разрозненных самостоятельных междисциплинарных исследований, объединяемых заинтересованностью в проблемах развития градостроительного образования. Статья посвящена обобщению актуальных дискуссий о выборе направлений развития профессионального образования в сфере градостроительства. Предпринята попытка определить векторы развития путем сопоставления трендов в развитии системы отечественного профессионального образования вообще и отдельных трендов в развитии градостроительства. Также предпринята попытка определить место перспективных исследований, посвященных проблемам градостроительного образования в контексте авторитетных работ советского периода. Кратко обозначены наиболее влияющие зарубежные тенденции, формирующие коридоры развития российской системы профессиональной подготовки в градостроительстве.

Ключевые слова: градостроительство, градостроительное образование, экономические исследования в градостроительстве, профессиональное образование

TO THE QUESTION ABOUT THE DEVELOPMENT OF THE SYSTEM OF PROFESSIONAL URBAN EDUCATION

Shesterneva N.N., Prikhodko A.N.

FGOBO of higher professional education «Saint-Petersburg state architectural-building University», St. Petersburg, e-mail: an_prihodko@mail.ru

The relevance of the chosen for the research topics is determined by the lack of a systematic studies on domestic practice of urban development, high demand for a choice of directions of its development and the necessity of systematization of separate independent interdisciplinary research encompassed by the interest in the problems of development of urban education. The article is devoted to generalization of the current discussions about the choice of directions of development of professional education in the sphere of urban development. An attempt was made to define the vectors of development by comparing trends in the development of the national system of professional education in General and of certain trends in the development of town-planning. Also attempt to determine the place of prospective studies on the problems of urban development in the context of authoritative works of the Soviet period. Summarised the most influential foreign trends that shape the corridors of development of the Russian system of professional training in urban development.

Keywords: urban planning, urban education, economic studies in urban planning, vocational education

Отечественная система градостроительного образования изучена крайне мало. Несмотря на то, что в паспорте специальности 05.23.22 «Градостроительство, планировка сельскохозяйственных населенных пунктов» имеется пункт «разработка научно-методических основ градостроительного образования, подготовки специалистов-градостроителей высшей квалификации», профессиональное образование редко становится предметом пристального внимания современных градостроителей. Данная статья ставит своей целью создание предпосылок для вовлечения в обсуждение проблем градостроительного образования широкого круга профессионалов, путем обобщения имеющихся отечественных исследований, их совокупного анализа и выявления коридоров, определяющих перспективные направления дальнейших обсуждений.

По аналогии с другими видами профессионального образования, систему знаний об образовании в сфере планировки

и градостроительства можно представить в виде совокупности вопросов: организационно-методических, объектно-пространственных, событийно-деятельностных, материально-средовых, педагогических и др. Как было сказано выше, важной характеристикой современного этапа развития градостроительного образования является незначительное освещение упомянутого объема тем в работах профессиональных градостроителей, при этом остальные направления развиваются в общем русле профессионального образования и не реализуют внутренний потенциал конкретной специализации. Другой важной характеристикой является факт активного включения в исследования ученых смежных специальностей – педагогов, искусствоведов, культурологов, психологов и экономистов. Например, вопросы воспитания профессиональных навыков инженеров и планировщиков упоминаются в работах Гудковой Т.В., Бобиковой Л.К. [1], Крюковой Т.Б.

Однако кадровая ситуация в современном градостроительном образовании, реализуемом сегодня в основном усилиями непрофессиональных педагогов, осуществляющих образовательную деятельность при наличии профессионального образования и исследовательской «надстройки» в виде ученой степени или звания, не дает оснований предполагать, что искусствоведческие и психолого-педагогические исследования могут заменить исследовательскую работу, осуществляемую непосредственно архитекторами и градостроителями. Актуальность выбранной темы, таким образом, определяется отсутствием системных исследований, посвященных отечественной практике градостроительного образования, высокой востребованностью выбора направлений его развития и необходимостью систематизации разрозненных самостоятельных междисциплинарных исследований, объединяемых заинтересованностью в проблемах развития градостроительного образования.

Сразу оговоримся, что определенное исключение составляет группа организационно-методических вопросов, связанных с реструктуризацией учебных планов и формирование образовательных программ, а также обсуждению ФГОС по соответствующим специальностям. В работах проф. Крашениникова А.В. [2], Аюкасовой Л.К., Лебедевой Н.И. и ряда других ученых этот проблемный блок разработан наиболее аргументированно и подробно, с учетом современных требований к профессии.

Также заслуживает упоминания группа исследований, посвященных разработке проблематики организации актуальной образовательной среды, способствующей повышению эффективности образовательного процесса в архитектурном и градостроительном образовании. К этой группе относятся публикации Гудкова А.А., Морозовой О.В. [3], Топчий И.В., Ахмедовой Е.А. [4].

В основном же современная ситуация на рынке образовательных услуг в сфере дизайна городской среды, территориального планирования и, частично, вовлекаемого в процесс «обобществления» градостроительства иллюстрирует последствия многолетнего забвения проблем градостроительного образования. Активный рост числа кратковременных курсов, научных школ и электронных ресурсов, осуществляющих, как это бывает заявлено, азы градостроительного или – чаще – «урбанистического» образования, происходит в ситуации высокой востребованности этих знаний. Высшая школа в силу своей некоторой консерватив-

ности и вышеупомянутых тенденций, сдерживающих ее развитие, пока активно не включена в процесс предоставления площадок для краудсорсинга [5] при решении городских проблем. Более гибкие и менее стабильные игроки на рынке образовательных услуг активно пользуются этим консерватизмом, формируя альтернативные точки градостроительного образования. Создаются многочисленные дискуссии широкого круга заинтересованных непрофессионалов о судьбе городских территорий и планах их развития, что само по себе не является проблемой (и соответствует актуальным общемировым тенденциям), но косвенно поощряет формирование общественного мнения о градостроительстве как об общедоступном, вненаучном предмете обсуждения, создает иллюзию легкости решения градостроительных проблем.

Подобная ситуация провоцирует отклик профессиональных планировщиков, ученых и педагогов. Чаще всего реакция имеет негативный характер и сопровождается предложениями «размежевания» различных аспектов градостроительной деятельности: градоустройства, градоуправления, урбанистики и соответствующими демаркационными действиями в сфере профессионального образования. Высказываются предложения о необходимости полной замены сложившейся системы градостроительного образования на более актуальные конструкции урбанистического и градоустроительного образования. При этом в отношении существующей системы подготовки профессиональных кадров высказывается ряд замечаний, носящих исключительно поверхностный характер: зачастую внешнее несоответствие общемировым тенденциям информатизации и экологизации обучающего процесса, отсутствие налаженной системы контактов с представителями рынка труда и общественными инициативами, непопулярность применяемых педагогических приемов. Глубинная причинно-следственная связь имеющегося консерватизма в подготовке профессиональных кадров и специфических особенностей развития отечественной градостроительной деятельности при этом остаются вне круга обсуждаемых проблем. Игнорируется принципиальная невозможность обучения градостроительству (в его российском контексте) в сроки и по аналогии с зарубежным «urban planning education» (образование в сфере планировки городов), точнее – без детального сопоставительного анализа зарубежных аналогов и задач, поставленных обществом и экономикой перед российской градостроительной практикой.

Резюмируя вышесказанное, отметим, что для преодоления проблемных ситуаций и определения векторов развития всей системы градостроительного образования сегодня необходимо проанализировать не только профессиональные тренды, обсуждаемые в работах архитекторов и гра-

достроителей (табл. 1), но и направления дальнейшего развития системы профессионального образования (табл. 2). Обобщение и сравнительный анализ наиболее ярких трендов позволит определить пути реформирования для отдельных фрагментов системы градостроительного образования.

Таблица 1

Поиск направлений развития градостроительного образования

Блок вопросов	Направление развития	
Организа- ционно-ме- тодический	Формирование магистерских программ обучения градостроителей с использованием «квалификационной» модели (градостроительное образование как дополнительная квалификация, надстройка ранее полученного инженерного, архитектурного или экономического образования)	Бочаров Ю.П. [6], 2009
	Расширение круга преподаваемых предметов за счет усиления «внеархитектурной» модели обучения градостроителей (экологизация обучения, «цифровое проектирование», изучение «глобальных вопросов» урбанизации)	Гудков А.А., Морозова О.В. [3], 2013
	Расширение круга специальностей и направлений обучения, включаемых в состав «градостроительных специальностей»	Крашенинников А.В. [2], 2009
Материаль- но-средовой	Расширение круга применяемых педагогических технологий, в том числе за счет усиления связей с профессиональным сообществом, создания материально-технических и лабораторных условий для «генерирования социальных программ, экономических обоснований предлагаемых вариантов» и др.	Ахмедова Е.А. [4], 2007
	Развитие материально-технической базы учебных заведений в области архитектуры и градостроительства для обучения студентов с особыми потребностями	Топчий И.В., 2010
	Создание лабораторных условий для реализации перехода от цифрового проектирования к цифровому изготовлению, обеспечения условий для проведения полноценного лабораторного моделирования и испытания возникающих в городах процессов	Гудков А.А., Морозова О.В. [3], 2013
Событий- но-деятель- ностный	Рост роли общекультурного градостроительного образования для становления института гражданских инициатив и развития систем местного самоуправления в городах	Тарасова Л.Г. [7], 2010
	Формирование «пространства мест», области трансляции пространственно-вещественных структур городской культуры функционирующей за счет коммуникации «архитектурных сетей взаимодействия», методов соучастия, деятельности по «устройству и обитанию»	Жоголева А.В., 2009

Обобщение всех направлений развития современной системы профессионального образования не является целью данной статьи. В табл. 2 представлен результат выборки направлений, имеющих наиболее близкое отношение к системе градостроительного образования и предполагающих наиболее яркую переменную в его устройстве.

Обобщив разрозненные направления развития и важнейшие перспективные тренды, характерные для периода 2000–2013 гг., можно обозначить границы коридоров, определяющих зону дальнейших поисков. В первую очередь суммарный анализ узкопрофильных и общеобразова-

тельных трендов дает возможность определить один из аспектов «инновационного потенциала» высшего профессионального образования – расширение привычных узкоспециализированных рамок трактовки задач образовательного процесса. Важной частью преодоления узкопрофессионально ориентированных подходов к системе высшего образования становится актуализация списков его субъектов, поскольку именно субъектно-ориентированная развивающаяся образовательная парадигма приходит на смену привычным ценностям «традиционалистической» парадигмы. Речь идет о включении в список рассматриваемых субъектов

помимо студентов, школьников, учащихся учреждений дополнительного детского образования, профессионалов, проходящих

постдипломное обучение в учреждениях постдипломного образования в сфере градостроительства.

Таблица 2

Отдельные направления развития профессионального образования в РФ

№ п/п	Блок вопросов	Направление развития	
1.	Организационно-методический	Формирование «кластерного» подхода к организации образовательных учреждений	Осечкина Л.И. [8], 2012
2.		Институционализация знаний о профессиональных обязанностях специалиста, развитие системы знаний о личностных аспектах профессиональной деятельности	Жалинский А.Э. [9], 2012
3.		Развитие системы «гибких» специальностей, выделение узкоспециализированных направлений	Княгинин В.Н. [10], 2005
4.	Педагогический	Повышение актуальности общекультурной гуманитарной подготовки, направленной на обеспечение потребностей постиндустриального общества	Бобикова Л.К., 2001
5.		Повышение актуальности эколого-средового аспекта обучения вне зависимости от профессиональной специализации	Шилова В.С. [11], 2009
6.	Научно-методический	Качественные перемены в применяемой образовательной парадигме – переход к «развивающей парадигме»	Княгинин В.Н. [10], 2005; Теслинов А.Г., Протасова И.А., Чернявская А.Г., 2013
7.		Появление новых форм обучения, в том числе за счет расширения сектора постдипломного образования	Княгинин В.Н. [10], 2005

Другим направлением развития является активное развитие образовательных моделей обучения, применяемых в системе градостроительного образования. На рубеже XX–XXI вв. большинство исследований под термином «градостроительное образование» понимало планировочное образование, являющееся частью (квалификационной надстройкой) архитектурного образования. Авторитетная научная монография И.М. Смоляра [12] в 1999 г. предложила в целях разрешения конфликта двух специальностей ввести термины «архитектурная» и «внеархитектурная» модель градостроительного образования, подразумевая под термином «архитектурная образовательная модель» преимущественно творческое образование, а под «внеархитектурной моделью» – образование в сфере градостроительства и планировки, преимущественно выстроенное на инженерно-техническом образовании с элементами творческого воспитания. Дальнейшее развитие этой идеи лежит в плоскости определения границ новых образовательных моделей, формирование которых осуществлено за счет раскрытия потенциала «внеархитектурной модели».

И наконец, можно выделить еще одно направление развития всей системы подготовки профессиональных кадров в сфе-

ре градостроительства – оно реализуется в основном за счет наращивания объемов социально-экономических и психолого-педагогических разработок, не имеющих прямого отношения к градостроительному образованию, но затрагивающих ряд важнейших мировых трендов. К числу таких трендов можно отнести: необходимость создания условий для реализации «Long Life Learning» (непрерывное обучение) – важного компонента теории устойчивого развития; активное становление допрофессионального эколого-средового обучения во многих европейских странах; усиление роли жителей и общественности в решении вопросов благоустройства и городского планирования.

Научное обоснование приемов организации внедрения этих трендов сопровождается разработкой механизмов включения в единую образовательную систему детских учреждений дополнительного образования, лекториев, открытых научных школ, научно-популярных досуговых объектов и др. То есть происходит постепенное расширение списка образовательных объектов, реализующих программы обучения основам градостроительства и планировки. Причем это расширение происходит за счет качественного изменения подхода к формированию этого списка: статус объекта

(высшее, среднее профессиональное образование, школа) начинает играть меньшую роль по сравнению с конкретной в данный момент времени ролью объекта в организации обучающего процесса. Формирование образовательной среды, поощряющей самообразование субъектов образовательной деятельности, их глубокая интеграция и творческое участие в образовательном процессе становятся решающими факторами при формировании списка объектов-участников.

Резюмируя, можно подвести краткие итоги:

- Перспективы развития системы подготовки градостроительных кадров представляют собой широкий спектр направлений, включающих в себя помимо внешних «глобальных» трендов (необходимость обеспечения «непрерывного образования» в интересах реализации теории устойчивого развития, снижение роли профессионального образования на фоне роста значимости общекультурного опережающего образования), как общеобразовательные тренды (расширение применяемых образовательных технологий, развитие дистанционного и постдипломного образования взрослых, информатизация обучения, появление узкоспециализированных направлений), так и специфические черты развития образовательного процесса в интересах планировки и застройки городов (рост роли гуманитарных исследований, экологизация образования, необходимость приобретения актуальных профессиональных компетенций).

- Проблемными факторами в определении направлений развития для системы градостроительного образования являются: дисперсность существующих исследований, их фрагментарность; очевидный «перевес» в массе исследований, выполняемых не профессиональными градостроителями и, таким образом, не несущих в себе задачи переосмысления имеющегося профессионального опыта, не реализующих внутреннюю логику развития специальности, выполняющих функцию налаживания внешнего сходства развития специальности в соответствии с общемировыми социально-экономическими и общеобразовательными трендами; отсутствие устоявшейся широко применяемой терминологической базы, делающее возможным разнообразное толкование терминов «градостроительное образование», «градоустройство», «урбанистика», что повлекло за собой раздробленность профессиональных суждений о качествах, роли и значимости этих понятий.

- Актуальные направления развития системы градостроительного образования определяются следующими векторами:

дальнейший рост числа специализаций и направлений обучения (преимущественно за счет реализации «внеархитектурной» модели обучения); привлечение к осуществлению образовательного процесса новых типов учебных заведений на фоне расширения списка образовательных продуктов (курсов, краткосрочных научных школ, площадок для краудсорсинга), предоставляемых вузам; разработка механизмов для включения общественных инициатив жителей, виртуальных сообществ и электронных внепрофессиональных ресурсов в единый диалог на базе профессиональных градостроительных площадок.

- Важной задачей современного этапа становления и развития градостроительного образования в России становится поиск методических, организационных и педагогических приемов, позволяющих реализовать накопленный в XX веке исследовательский и педагогический потенциал, использовать его уникальность и самобытность в качестве фундамента для следующих ступеней развития; не допустить выхолащивания отечественной системы градостроительного образования с целью внешнего формального сходства с зарубежными образовательными моделями, которые не могут служить прямым образцом ввиду различных путей развития образовательных систем за рубежом и на территории бывшего СССР.

Усилиями Бочарова Ю.П., Глазычева В.Л., Лазаревой И.В., Смоляра И.М. в XX веке были заложены основы анализа специфики и проблематики градостроительного образования как системы знаний, отдельным аспектам его развития посвящены работы Высоковского А.А., Крашенинникова А.В., Ахмедовой Е.А., Топчий И.В. Однако в целом современную ситуацию вокруг отечественного градостроительного образования характеризует наличие, с одной стороны, активных дискуссий о качественных преобразованиях профессионального образования, а с другой стороны – отсутствие собственно, систематизированного опыта изучения образовательного процесса, его роли и места в градостроительной деятельности. Анализ содержания современных исследований показывает, что совокупность подходов к изучению градостроительного образования носит фрагментарный характер и оставляет широкий простор для дальнейшего обсуждения.

Необходимо отметить, что богатый зарубежный опыт систематизации вопросов организации образовательного процесса в сфере планировки, застройки и развития городских территорий фактически не применим в российской практике ввиду длительного изолированного самостоятельного

развития отечественного профессионального образования. Приведение образовательной системы в соответствие с международными стандартами, осуществляемое сейчас посредством перехода на двухуровневую систему обучения, кардинально в этой ситуации ничего не меняет. При отсутствии упорядоченности в изучении уникального накопленного в советский период педагогического и методического опыта любые перемены грозят стать примитивным копированием зарубежных образцов без надежды на систематизированное развитие отечественной практики обучения градостроителей.

Список литературы

1. Бобикова Л.К. Формирование профессионально значимых качеств личности инженера у студентов технического вуза: дис. ... канд. пед. наук по спец. 13.00.08. – Елабуга, 2001 – 178 с.
2. Крашенинников А.В. Профессиональные компетенции градостроителей // Известия КрасГАСУ (Градостроительство, планировка сельских населенных пунктов). – 2009. – № 1(11). – С. 59–64.
3. Гудков А.А. Современные тенденции в магистерской подготовке архитектора (часть 1. устойчивая архитектура и цифровые технологии проектирования) // Гудков А.А., Морозова О.В. // [Электронный ресурс] «Архитектура и современные информационные технологии» (AMIT): 24/13-06, 2013. (дата обращения: 12.07.2014).
4. Ахмедова Е.А. Архитектурно-градостроительное образование в ведущих зарубежных школах: тенденции и направления адаптации опыта в российской высшей школе // Фундаментальные исследования. – 2007. – № 7 – С. 92–95.
5. Краудсорсинг для целей развития города Зеленоград. Интервью с архитектором Ю. Гориновым URL: http://park.future-russia.ru/extranet/blogs/gorinov/334/?sphrase_id=12807 (дата обращения: 11.07.2014).
6. Бочаров Ю.П. К возрождению профессионального градостроения в России. URL: <http://demoscope.ru/weekly/2009/0363/analit05.php> (дата обращения: 11.07.2014).
7. Тарасова Л.Г. Градостроительное планирование и регулирование развития крупных городов в учете действия процессов самоорганизации: дис. ... д-ра архитектуры. по спец. 05. 23. 22. – Саратов, 2010. – 300 с.
8. Осечкина Л.И. Кластерный подход как условие повышения эффективности деятельности вуза // Высшее образование в России. – 2012. – 09 № 8–9.
9. Жалинский А.Э. Введение в специальность «Юриспруденция». Профессиональная деятельность юриста: учеб. – 2-е изд., перераб. и доп. – «Проспект», 2009.
10. Галушкина М., Княгинин В.Н. Массовое, гибкое и интернациональное // Эксперт. От 14 ноября 2005. № 43. URL: <http://www.hse.ru/news/1126858.html> (дата обращения: 12.07.2014).
11. Шилова В.С. Социально-экологическое образование студентов: сущность и принципы реализации // Научные ведомости БелГУ. Серия: Гуманитарные науки. – 2009. – № 3.
12. Градостроительство как система научных знаний: научная монография // Владимиров В.В., Т.Ф. Саварен-

ская, И.М. Смоляр / под ред. И.М. Смоляра. – М.: УРСС, 1999. – 120 с.

References

1. Bobikova L.K. Formirovanie professional'no znachimyh kachestv lichnosti inzhenera u studentov tekhnicheskogo vuza // Dis. na soiskanie uch. st. kand. ped. nauk po spec. 13.00.08: Elabuga, 2001 178 p.
2. Krashennnikov A.V. Professional'nye kompetencii gradostroitelej // Izvestija KrasGASU (Gradostroitel'stvo, planirovka sel'skih naselennykh punktov). 2009. no. 1(11). pp. 59–64
3. Gudkov, A.A. Sovremennye tendencii v magisterskoj podgotovke arhitekтора (chast' 1. ustojchivaja arhitektura i cifrovye tehnologii proektirovanija) / Gudkov A.A., Morozova O.V. // [Elektronnyj resurs] «Arhitektura i sovremennye informacionnye tehnologii» (AMIT): 24/13-06, 2013. (data obrashhenija: 12.07.2014).
4. Ahmedova E.A. Arhitekturno-gradostroitel'noe obrazovanie v vedushhih zarubezhnyh shkolah: tendencii i napravlenija adaptacii opyta v rossijskoj vysshej shkole // Fundamental'nye issledovanija. – 2007. no. 7. pp. 92–95.
5. Kraudsorsing dlja celej razvitija goroda Zelenograd. Interv'ju s arhitektorom Ju.Gorinovym URL: http://park.future-russia.ru/extranet/blogs/gorinov/334/?sphrase_id=12807 (data obrashhenija: 11.07.2014).
6. Bocharov Ju.P. K vozrozhdeniju professional'nogo gradostroenija v Rossii. URL: <http://demoscope.ru/weekly/2009/0363/analit05.php> (data obrashhenija: 11.07.2014).
7. Tarasova L.G. Gradostroitel'noe planirovanie i regulirovanie razvitija krupnyh gorodov v uchetoj dejstvija processov samoorganizacii: dis. ... dokt. arhitektury. po spec. 05. 23. 22. Saratov, 2010. 300 s.
8. Osechkina L.I. Klasternyj podhod kak uslovie povyshenija jeffektivnosti dejatel'nosti vuza Vysshee obrazovanie v Rossii 2012.09 no. 8–9.
9. Zhalinskij A.Je. Vvedenie v special'nost' «Jurispruden-cija». Professional'naja dejatel'nost' jurista: ucheb. 2-e izd., pererab. i dop. «Prospekt», 2009.
10. Galushkina M., Knjaginina V.N. / Massovoe, gibkoe i internacional'noe/ Jekspert. Ot 14 nojabrja 2005. no. 43. URL: <http://www.hse.ru/news/1126858.html> (data obrashhenija: 12.07.2014).
11. Shilova V.S. Social'no-jekologicheskoe obrazovanie studentov: sushhnost' i principy realizacii // Nauchnye vedomosti BelGU. Serija: Gumanitarnye nauki . 2009. no. 3.
12. Gradostroitel'stvo kak sistema nauchnyh znaniy // Vladimirov V.V., Savarenskaja T.F., Smoljar I.M. // Nauchnaja monografija. Pod red. I.M. Smoljara. – M.: URSS, 1999. – 120 p.

Рецензенты:

Дроздова И.В., д.э.н., профессор кафедры управления, ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», г. Санкт-Петербург;

Токунова Г.Ф., д.э.н., доцент, декан факультета экономики и управления, ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», г. Санкт-Петербург.

Работа поступила в редакцию 28.07.2014.

УДК 378.147

ИНФОРМАЦИОННО-ПРОЕКТНЫЙ МЕТОД КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ РЕЧЕВОЙ КУЛЬТУРЫ БУДУЩИХ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЕЙ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ (С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ MOODLE)

Винник В.К., Шишикина А.А.*Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского,
Нижний Новгород, e-mail: anashishikina@mail.ru*

Процессы, происходящие в системе высшего образования, в основе которых лежит идея самоорганизации студентов университета, заставляют по-новому взглянуть на самостоятельную работу и её возможности для формирования профессиональных компетенций студентов. Также в настоящее время чрезвычайно важной и актуальной стала проблема развития культуры речи студентов вуза. В данной статье авторы рассматривают процесс организации самостоятельной работы студентов с использованием дистанционной системы Moodle в рамках дисциплин, направленных на повышение речевой культуры, в частности «Русский язык и культура речи», «Культура устной и письменной речи», «Культура речи и деловое общение». Представлен разработанный авторами информационно-проектный метод обучения, предполагающий выполнение студентами постепенно усложняющихся профессионально значимых междисциплинарных проектных заданий. В его основу положена идея о направленности учебно-познавательной деятельности студентов на результат, который получается при решении той или иной практически или теоретически значимой проблемы. Приведены примеры и этапы выполнения разноуровневых проектных заданий, нацеленные на использование информации учебных курсов в профессиональной деятельности.

Ключевые слова: электронная система Moodle, информационно-проектный метод обучения, уровневые проектные задания, структура и содержание проектных заданий, речевая культура

INFORMATION-PROJECT TRAINING METHOD AS MEANS OF INCREASE OF SPEECH CULTURE OF FUTURE BUSINESSMEN IN THE COURSE OF TRAINING (WITH MOODLE SYSTEM USE)

Vinnik V.K., Shishikina A.A.*Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, e-mail: anashishikina@mail.ru*

The processes occurring in the system of higher education, which are based on the idea of self-organization of university students make us have a new look at independent work and its potential for the formation of professional competencies of students. Just now extremely important and became a crucial question development of speech culture of university students. The article presents the organization of student's independent work using the teaching platform Moodle, by the example of «Russian language and culture of speech», «Culture of speech and writing», «Culture of speech and business communication». The authors developed an information-project teaching method, which presupposes involving students into performing gradually complicating professionally significant interdisciplinary project tasks. It is based on the idea of the direction of the educational-cognitive activity of students on the result obtained by the solution of this or that practically or theoretically significant problem. Examples and implementation stages of the multi-level project tasks aimed at the use of the training courses' information in professional activity.

Keywords: electronic system Moodle, an information-project teaching method, level project tasks, structure and content of project tasks, speech culture

В настоящее время учебный процесс требует постоянного совершенствования, так как происходит смена приоритетов и социальных ценностей: научно-технический прогресс все больше осознается как средство достижения такого уровня производства, который в наибольшей мере отвечает удовлетворению постоянно повышающихся потребностей человека, развитию духовного богатства личности. Поэтому современная ситуация в подготовке специалистов требует коренного изменения стратегии и тактики обучения в вузе. Культура речи человека является одной из составных частей общей культуры, отражением внутренней культуры, развития эстетического вкуса, формирования мировоззрения. Речевая

культура современного молодого человека неразрывно связана с культурой мышления, культурой поведения, во многом определяет качества нравственного облика личности, образованности, влияет на эффективность коммуникативной деятельности. Анализируя влияние развития речевой культуры на образование, воспитание личности студента, мы считаем необходимой разработку и использование информационно-проектного метода в системе университетского образования для развития речевой культуры студентов, что будет способствовать их становлению как будущих специалистов в области предпринимательства и активных членов современного общества во всех сферах деятельности. Особенно актуально это

в период вузовского обучения студентов, когда потребность в образовании и общении находится в неразрывной связи с самой личностью, ее культурой, речевыми умениями и навыками, используемыми в учебной, повседневной и будущей профессиональной деятельности.

Таким образом, проблема развития культуры речи студентов вуза является актуальной и чрезвычайно важной. Ее весомость определяется целым рядом факторов.

Во-первых, речевая деятельность занимает важное место в жизни современного человека, без нее немыслимы ни овладение профессиональными знаниями, ни общекультурное развитие. Умение вести диалог становится одной из основных характеристик личности как социального феномена. Кроме этого, гуманизация и гуманитаризация современного образования предполагает развитие личности обучаемого, язык же является одним из главных инструментов этого развития.

Во-вторых, настоящая социокультурная ситуация показывает значительное снижение уровня культуры речи молодежи. В разных речевых сферах наблюдается заметное оскудение речи на лексическом уровне, ее усеченность – на уровне построения высказывания, небрежность – на фонетическом и морфологическом уровне. Происходит явное снижение культуры речи в средствах массовой информации, в профессиональном и бытовом общении. Интенсивный рост заимствований, употребление жаргона в последние десятилетия в значительной степени определяет речевой портрет молодого россиянина начала XXI века. Вместе с тем программа по дисциплине «Культура речи», реализуемая в вузах, занимает небольшое количество часов, отличается недостаточно выраженной коммуникативной направленностью, а также некоторой разобщенностью между теоретическими знаниями в области культуры речи и конкретными коммуникативными ситуациями [1].

Однако есть и обратная сторона этого явления. В настоящий момент образовательный процесс в вузе характеризуется не только нацеленностью на формирование компетенций выпускника, но и увеличением доли самостоятельной работы студентов.

Безусловно, главными характеристиками выпускника любого образовательного учреждения являются его компетентность и мобильность. В этой связи акценты при изучении учебных дисциплин переносятся на самостоятельный процесс познания, эффективность которого полностью зависит от познавательной активности самого студента. По мнению исследователей,

«успешность достижения этой цели зависит не только от того, что усваивается (содержание обучения), но и от того, как усваивается: индивидуально или коллективно, в авторитарных или гуманистических условиях, с опорой на внимание, восприятие, память или на весь личностный потенциал человека, с помощью репродуктивных или активных методов обучения» [6]. Устоявшаяся практика организации самостоятельной работы студентов в вузе не отвечает в должной мере современным требованиям. Разработка же и внедрение активных методов [3, 4] обучения при организации самостоятельной работы студентов представлена в разных областях научного знания и исследована многими педагогами и психологами. Однако использование активных методов обучения в условиях использования дистанционной системы Moodle недостаточно изучено, что предопределило актуальность данной темы.

Объектом исследования является процесс организации самостоятельной работы студентов с использованием дистанционной системы Moodle в рамках дисциплин, направленных на повышение речевой культуры, в частности «Русский язык и культура речи», «Культура устной и письменной речи», «Культура речи и деловое общение».

Предмет исследования: использование информационно-проектного метода обучения при организации самостоятельной работы студентов с использованием дистанционной системы Moodle.

Предлагаемый нами информационно-проектный метод расширяет и алгоритмизирует применяемый ранее метод проектов, рассматриваемый как система обучения, в которой знания и умения учащиеся приобретают в процессе планирования и выполнения постепенно усложняющихся практических заданий – проектов [5].

Сущность метода заключается в самостоятельном выполнении студентами междисциплинарных профессионально значимых проектов, выполняемых с применением информационно-коммуникационных технологий на основе электронной системы обучения Moodle. В его основу положена идея о направленности учебно-познавательной деятельности студентов на результат, который получается при решении той или иной практически или теоретически значимой проблемы. Внешний результат можно увидеть, осмыслить, применить в реальной практической деятельности. Внутренний результат – опыт деятельности – становится бесценным достоянием студента, соединяя в себе знания и умения, компетенции и ценности.

Реализацию информационно-проектного метода мы рассмотрим на примере организации самостоятельной работы по дисциплине «Культура речи и деловое общение», преподаваемой в ННГУ им. Н.И. Лобачевского студентам направления «Коммерция» (по отраслям), «Менеджмент» и «Торговое дело».

Рабочей программой дисциплины предусмотрено чтение лекций и проведение практических занятий в общем объеме 36 часов. На самостоятельную работу отводится 69 часов, в том числе подготовка к практическим занятиям – 18 ч. И изучение тем дисциплины, выносимых для самостоятельного изучения – 51 час. Однако практика преподавания показывает, что на самостоятельную работу студент, как правило, тратит гораздо меньше времени, чем предусмотрено программой курса. При этом, как говорилось уже выше, задача студента состоит в изучении в большей степени теоретического материала, нежели в решении практических ситуаций.

Однако в настоящее время на российском рынке труда сложились условия, когда востребованность специалиста и его конкурентоспособность в большей степени зависят не столько от владения нормами речи, сколько от умения эффективно общаться, от знания и владения приемами речевого воздействия и убеждения. Решить поставленные задачи помогает иная форма организации самостоятельной работы, которая выстраивается как последовательность уровней проектных заданий [2]:

- Задания первого уровня – информационные проектные задания нацелены на сбор информации, ее анализ и обобщение, а также ознакомление участников проекта с этой информацией. Результатом выполнения заданий является: освоение студентами совокупности приемов и операций работы отдельных курсов в системе Moodle, формирование общеучебных умений: воспринимать, структурировать, преобразовывать, запоминать научную информацию и уметь оформлять и представлять результат своей работы. Информационный проект направлен на сбор информации о каком-то объекте, явлении с целью её анализа, обобщения и представления для широкой аудитории. Например, краткие сведения из истории русского языка, создание орфоэпического словаря, описание форм существования языка (диалекты, просторечие, жаргоны, литературный язык), описание языковых явлений современного русского языка начала XXI века [7]. К таким проектам можно отнести «Особенности высказываний в непосредственном молодежном общении», «Литературные места Нижнего Новгорода», «Тайны словарей».

- Задания второго уровня – исследовательские проектные задания, отличаются повышенным уровнем сложности и носят междисциплинарный характер. Задание охватывает различные дисциплины, формирует взгляды на собственную речь как на производную национальной культуры. К таким проектам можно отнести «Речевой портрет студента», «SMS как новый речевой жанр», «Бестолковый словарь», «Лингвистический анализ журнала «Коммерсантъ», «Язык развлекательных передач».

- Задания третьего уровня – междисциплинарные проекты, представляющие собой самостоятельную учебно-исследовательскую работу и предполагающие углубленное изучение студентами отдельных проблем профессиональной деятельности. Результатом выполнения задания является создание новых рекомендаций, практикумов, словарей, объектов, моделей или совершенствование уже существующих, при этом происходит формирование знаний и умений, направленных на развитие профессиональных компетенций студентов. К таким проектам можно отнести «Языковое воздействие в речи современных предпринимателей», «Культура общения на международном уровне», «Этические нормы речевой культуры и делового общения», «Культура ораторской речи».

Все проектные задания выполняются с использованием системы дистанционного обучения Moodle. Предложенные проектные задания, безусловно, предполагают коллективную работу. Кроме этого, в рамках курса студентам предлагается выполнить и (или) индивидуальные задания.

Рассмотрим варианты заданий первого уровня для студентов специальности «Торговое дело»:

1. Подготовить презентацию (реферат) по теме: «Взаимосвязь делового этикета и этики деловых отношений», «Деловая дискуссия и ее этапы», «Основные правила ведения разговора по телефону», «Классификации конфликтов», «Деловой разговор как особая разновидность устной речи», «Что такое «ирония Сократа»?», «Спор и его культурные традиции» и т.д.

2. Составить таблицу «Современные и ранее существовавшие принципы делового этикета: отличительные особенности» или «Русская и зарубежная школа делового письма: отличительные особенности», «Дебаты и прения: отличительные особенности».

3. Виды презентаций в зависимости от поставленных перед ними целей.

Варианты заданий второго уровня:

1. Систематизировать возможные ошибки в проведении презентации.

2. Выработать и описать стратегию поведения в конфликтных ситуациях.

3. Описать специфические гендерные психологические черты в служебной обстановке.

4. Исследовать национальные особенности речевого этикета.

5. Сгруппировать речевые клише в соответствии с видами писем, в которых они используются.

6. Найти и исправить ошибки в оформлении и текстах деловых писем.

7. Охарактеризовать национальные черты деловых людей.

Варианты заданий третьего уровня:

1. Разработать этические рекомендации к ведению служебного телефонного разговора.

2. Практикум по определению психологической позиции незнакомого человека по его манере говорить и держаться. «Правила оформления реквизитов международного письма и их расположения на бланке». Практикум по проведению переговоров с представителями моноактивной и полиактивной культуры. Портрет делового человека – представителя реактивной культуры.

3. Разработать методику подготовки к деловым переговорам (на примере конкретной организации).

4. Провести микроисследование на тему «Влияние научно-технического прогресса на формирование принципов этики деловых отношений».

Опыт работы педагогического коллектива позволяет сделать некоторые обобщения и выстроить структурно-логическую схему, отражающую основные этапы выполнения проектных заданий различных уровней.

На проблемно-целевом этапе определяется тема, формулируются цель и задачи предстоящей деятельности, выбирается рабочая группа. Темы выкладываются преподавателем на веб-странице курса или в элементе курса «Задание». Например: ««Сорняки» на улицах Нижнего Новгорода» или «Речевой портрет современного студента». Обсуждение темы, выбор группы происходит через элемент курса форум или чат. Основное внимание данного проекта направлено на привлечение внимания к злоупотреблению заимствованными словами, размыванию сложившихся веками языковых норм, нарушению функций речи. Для решения поставленных задач в работе используется описательный метод (наблюдение, интерпретация, обобщение), а также анкетирование.

Проектировочный этап подразумевает построение плана деятельности, обсуждение возможных способов получения и обработки информации; поиск творческих решений. По данному заданию возможен такой план работы:

1. Задание первого уровня: «О, великий и могучий русский язык!»: выразите свое отношение к русскому языку. Свою работу в презентации вы можете проиллюстрировать изображениями, аудио- или видеофайлами.

2. Задание второго уровня: провести исследование по вопросу засорения русской речи заимствованиями, канцеляризмами, жаргонами и др. Опишите речевую ситуацию, в которой употреблено слово. Занесите собранный материал в предлагаемую таблицу, распределив слова по группам:

Категории респондентов	Неформальное вербальное общение	Неформальное общение в соцсетях	Язык СМИ
Студенты вуза			
Родители			
Предприниматели 50–60 лет			

Проанализировать собранный материал и обобщить, ответив на вопрос: что делает нашу речь стандартной и безликой?

3. Задание третьего уровня: обобщить весь собранный материал, результаты представить в виде сборника «Полезные советы» или «Бестолковый словарь».

План оформляется через блок-календарь, где прописываются все этапы деятельности группы. Таким образом, студент отслеживает, когда необходимо сдать определенную часть работы на проверку преподавателю.

На деятельностном этапе происходит выполнение проекта. При этом формиру-

ются поисковые и исследовательские навыки у студентов. Полученные результаты подвергаются анализу и коррекции на контрольно-коррекционном этапе. Предпоследний этап презентационный. Происходит защита проекта в виде презентации на одном из занятий в рамках темы «Нормативный аспект культуры речи и делового общения». В завершении обязателен оценочно-рефлексивный этап, где происходит самоанализ и самооценка деятельности, формулирование выводов по работе.

Таким образом, информационно-проектный метод может научить студентов учиться, т.е. самостоятельно находить и ус-

ваивать нужную информацию, а приобщение студентов к речевой культуре – это одна из приоритетных задач высшего образования, которая способствует повышению эффективности речи студентов как будущих предпринимателей, максимально используя методические возможности дисциплины.

Список литературы

1. Безенкова Т.А. Опыт развития культуры речи студентов вуза в процессе изучения дисциплин культурологического цикла – 2007. – № 7, URL: <http://www.emissia.org/offline/2007/1187.htm> (дата обращения: 05.07.2014).
2. Винник В.К., Григорян М.Э. Система Moodle в процессе обучения теории вероятностей как средство организации самостоятельной работы студентов в высшей школе // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 3; URL: <http://www.science-education.ru/117-13232> (дата обращения: 07.07.2014).
3. Генике Е.А. Активные методы обучения: новый подход. – М.: Издательская фирма «Сентябрь», 2013. – С. 176.
4. Зимняя И.А. Педагогическая психология. – М.: Логос, 2000. – С. 34.
5. Коджаспирова, Г.М. Педагогический словарь: для студ. высш. и сред. пед. учеб. заведений / Г.М. Коджаспирова, А.Ю. Коджаспиров. – М.: Издательский центр «Академия», 2001.
6. Шишикина А.А., Кашина О.П., Нацвалова М.Ю. Формирование культуры общения и социальной зрелости предпринимателя с применением методов проблемного обучения // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. – 2013. – № 1(2). – С. 102–109.
7. Шишикина А.А. Именная префиксация в современных деривационных процессах: автореф. дис. ... канд. филол. наук. – Н. Новгород, 2010. – 19 с.

References

1. Bezenkova T.A. *Experience of cultural development of speech of students of higher education institution in the course*

of studying of disciplines of a culturological cycle 2007. no. 7: Available at <http://www.emissia.org/offline/2007/1187.htm>: (accessed 05.07.2014)

2. Vinnik V.K., Grigoryan M.E. *Moodle in learning of probability theory as a means of organization of independent work of students at the higher school* (Modern problems of science and education). 2014. Vol. 3; Available at: <http://www.science-education.ru/117-13232> (accessed: 07.07.2014).
3. Genike E.A. *Active learning methods: a new approach.*: The publishing firm «September», Moscow, 2013. 176 p.
4. Zimnyaya I.A. *Pedagogical psychology*. M.: Logos, 2000. 34 p.
5. Kodzhaspirova H.E. *Teaching vocabulary*. M.: Publishing center «Academy», 2001.
6. Shishikina A.A. Kashin O.P., Natsvalov M.Y. Formation of culture of communication and social maturity of the businessman with application of methods of problem training//the Messenger of the Volga university of V.N. Tatischev. 2013. no. 1(2). pp. 102–109.
7. Shishikina A.A. *Nominal prefiksation in modern derivational processes* (Avtoref. ... yew. to – that. philol. sciences.). N. Novgorod, 2010. 19 p.

Рецензенты:

Болдыревский П.Б., д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой экономико-математических методов и моделей в предпринимательской деятельности, институт управления и предпринимательства, Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, г. Нижний Новгород;
Ермаков С.А., д.ф.н., заведующий кафедрой культуры предпринимательства, Институт управления и предпринимательства, Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, г. Нижний Новгород.

Работа поступила в редакцию 28.07.2014.

УДК 371.273(7)

ЭВАЛЮАЦИЯ И ЛОГИСТИКА: НОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ В УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ ОБУЧЕНИЯ

Ефремова Н.Ф.

*ФГБОУ ВПО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону,
e-mail: nefremova61@dstu.edu.ru*

Проведено изучение новых тенденций в совершенствовании управления качеством обучения на основе анализа объективной информации, получаемой независимыми оценочными системами по результатам массовых оценочных процедур. Анализ образовательной статистики в последнее время находит все большее свое отражение в попытках переосмысления трактовки качества образования, научного обоснования современных систем управления качеством обучения при интенсивном развитии их информационной поддержки. В условиях роста информационных потребностей различных пользователей о состоянии образовательных процессов появляются и совершенствуются технологические подходы к получению объективной информации о качестве обучения. Надежность и оперативность переработки валидной информации и своевременное предоставление ее заинтересованным лицам становится залогом принятия адекватных состояниям образовательных систем управленческих решений, способствующих повышению качества обучения. Показано, что органическое сочетание возможностей эвалюации и информационной логистики в сфере образования позволяет создать новый ресурс для повышения эффективности управленческой деятельности.

Ключевые слова: качество обучения, образовательная статистика, эвалюация, информационная логистика, управление качеством

EVALUATION AND LOGISTICS OF NEW TOOLS IN THE MANAGEMENT OF THE QUALITY OF EDUCATION

Efremova N.F.

FGBOU VPO «Don state technical University», Rostov-on-don, e-mail: nefremova61@dstu.edu.ru

A study of new trends in improving quality management training based on the analysis of objective information obtained an independent appraisal systems on the results of mass valuation procedures. Analysis of educational statistics recently finds more and more reflected in attempts to redefine the interpretation of the quality of education, scientific basis of modern quality management systems training at intensive development of their information support. In the conditions of growing information needs of different users about the state of educational processes appear and improved technological approaches to obtain objective information about the quality of education. Reliability and efficiency of processing of valid information and timely submission of its stakeholders is key to the adoption of adequate conditions of educational systems management solutions to help improve the quality of education. It is shown that organic combination of evaluation and information logistics in education to create a new resource to increase management efficiency.

Keywords: quality of education, education statistics, evaluation, information logistics, quality management

Последние десятилетия характеризуются объединением усилий различных стран в разработке единых подходов к оценке результатов обучения и проведении международных сравнительных исследований, которые дают ценную информацию о состоянии образования, позволяют сравнивать подготовку обучающихся с международными стандартами, осуществлять мониторинг качества образования. Независимые экспертные организации производят внешнее оценивание, разработку критериальной базы, контрольно-измерительных материалов, процедур оценивания, составление рейтингов образовательных учреждений, подготовку экспертов. Обязательной чертой систем внешней оценки качества образования является их открытость и прозрачность, доступность результатов заинтересованным лицам и организациям. Надежная информация о качестве образования становится в современном мире производственным ресурсом, а в основу успешных стратегий

управления качеством обучения закладываются три базовых элемента: широкий взгляд на образовательные результаты и сочетание разнообразных методов оценки образовательных достижений, качество образовательных программ и эффективность образовательного процесса.

К числу существующих сегодня недостатков информационного обеспечения управленческой деятельности в образовании следует отнести: все еще преобладающую общую направленность на результаты традиционных методов оценки учебных достижений обучающихся; слабое использование информационно-коммуникационных систем для получения и доставки результатов оценочных процессов для управления; отсутствие форм, методов и средств контроля, адекватных компетентностному подходу; субъективизм оценок; отсутствие статистически формируемых на генеральных выборках показателей и критериев качества обучения; недостаточное использование

результатов обучения для самоконтроля, самокоррекции и самооценки; отсутствие научно обоснованных и технологически оснащенных фондов оценочных средств, а также подготовленных кадров для проведения надежных измерений и оценки качества образования.

В целом эти факторы порождают потребность в создании новых механизмов получения, анализа и использования информации о достигаемых результатах обучения, усиления динамики управленческих воздействий путем оперативного реагирования на полученные результаты. Для принятия обоснованных управленческих решений по повышению качества образования условия могут быть реализованы при создании *системы независимой оценки* качества образования как совокупности организационных и функциональных структур, норм и правил, обеспечивающих на единой концептуально-методологической основе оценку образовательных достижений обучающихся [1].

Цель исследования. На фоне возрастания роли педагогических измерений и информационных технологий в оценочной деятельности в отечественном образовании открываются новые возможности эффективного управления качеством обучения, сложного процесса, постоянно требующего надежной информации о состоянии объектов управления. Одним из путей решения этой проблемы может быть научно-обоснованная организация эвальной результатов обучения и логистической системы информационной поддержки управленческого звена в образовании. Обоснование принципов их функционирования во взаимодействии позволяет предложить новые формы управленческой деятельности в сфере образования. Развитие независимой от педагогов контрольно-оценочной деятельности путем использования аппарата и средств педагогических измерений и возможности предоставления такой информации широкой аудитории пользователей позволяет не формально, а реально управлять образовательным процессом и принимать обоснованные управленческие решения, способствующие повышению качества образования.

Результаты исследования и их обсуждение

Эвация в образовании рассматривается как целостная контрольно-оценочная и оценочно-аналитическая система, обеспечивающая получение информации о состоянии исследуемых объектов [2, 7].

Выводы, сделанные по результатам таких исследований, позволяют избежать

ошибок, так как динамические оценки эвации дают возможность получать наиболее объективные данные о состоянии оцениваемых объектов при соблюдении ряда требований (табл. 1).

В свою очередь логистическая стратегия управления в сфере образования формирует связь между стратегиями высшего уровня и детально проработанными управленческими действиями на более низких уровнях за счет циркуляции информационных потоков. Само понятие «логистика» пришло в образование из экономики в начале XXI века как одно из специальных направлений общей логистической науки, в которой существует как современное средство сквозного управления. Проблемам образовательной логистики посвящено несколько работ отечественных ученых, среди которых исследования В.А. Денисенко, Ю.В. Крупнова, В.М. Лившица [3, 5, 6]. Решетниковой О.А. заложены основы гуманитарно-ориентированного логистического подхода к управлению сложными образовательными системами [8].

Концепция логистики результатов обучения – это четко продуманная система действий, рассчитанная на повышение и оптимизацию информационных потоков образовательной статистики для экономии средств и людских ресурсов. Если обеспечить качественное выполнение стандартизированных требований на всех этапах эвации, логистики и комплексного мониторинга в рамках их функционально-структурного взаимодействия и единства целей, можно создать условия для повышения эффективности управления качеством обучения [4].

Метод логистики в педагогике нацелен на проектирование открытой образовательной среды и обеспечение пользователей профессионально грамотной и достоверной информацией о состоянии образовательной системы и ее подсистем (федеральной, региональной, муниципальной, вузах, лицеях, гимназиях, общеобразовательных учреждениях, на индивидуальном уровне). Особенность логистического подхода заключается в том, что информация о состоянии объектов образования объединяется в общую информационно-аналитическую и мониторинговую систему. Достижение необходимого управленческого эффекта предполагает построение логистической системы как адаптивной с обратной связью, выполняющей функции информационной поддержки деятельности субъектов образования (обучающихся, педагогов, администрации и других заинтересованных лиц).

Таблица 1

Основные требования к оценочно-аналитической деятельности в режиме эвалуации

Действия	Характеристики
Разработка и применение валидных и надежных средств и методов оценивания через эталонные квалитетрические процедуры на научной основе теории и практики педагогических измерений	количественные в сочетании с качественными
Обеспечение качества педагогического инструментария в соответствии со статистически формируемыми показателями и критериями качества обучения	надёжность, валидность, дифференцирующая способность и др.
Планирование оценочных процедур, организация мониторинговых исследований качества обучения на репрезентативных выборках по результатам независимых контрольно-оценочных процедур	периодичность, независимость, стандартизация, своевременность, научно обоснованные показатели и критерии оценивания, статистически обоснованные интервальные и уровневые шкалы
Сбор данных для мониторинга и анализа состояния объектов исследования	массовый и независимый характер оценочных процессов, общие подходы к обработке первичных данных и интерпретации результатов, доступность информации
Применение единых показателей качества обучения	тестовые баллы, проценты достижений, рейтинг и др.
Использование результатов	контроль, аттестация, конкурсный отбор, оценка образовательных достижений, создание обратной связи, управление качеством по результатам обучения
Действия по результатам оценивания	сравнительный анализ достижений, принятие обоснованных решений по совершенствованию образовательного процесса
Взаимодействие с заинтересованными сторонами в интересах получения объективной информации	информационная защита оценочных материалов и процедур, первичных и итоговых результатов педагогического измерения, доступность статистической информации

Специфика такого подхода заключается в том, что с позиции информационной поддержки управленческой деятельности ведущими потоками являются потоки образовательной статистики результатов оценочных процедур, которые в значительной степени

управляют всеми другими в педагогике, позволяя анализировать состояние образовательных систем путем сравнений собственных достижений с достижениями однотипных объектов и среднестатистическими данными генеральной выборки испытуемых (табл. 2).

Таблица 2

Основные цели логистики и направления их реализации

Область деятельности	Основные цели логистики	Направления работы по реализации целей логистики
получение информации о результатах обучения	обеспечение условий для получения надежной и валидной информации об уровнях достижений обучающихся	сбор и накопление результатов оценочной деятельности, структурирование и создание потоков информации
обработка результатов оценивания	подготовка форматов баз данных для различных категорий пользователей	формирование образовательной статистики результатов контрольно-оценочной деятельности; получение статистических норм, показателей и критериев оценивания качества обучения; проектирование логистических цепей образовательной информации
передача информации	обеспечение: – доступности информации о результатах обучения в форматах, отвечающих запросам пользователей; – оперативности обработки и передачи данных	обеспечение условий для сравнительного анализа достижений, сопоставления результатов обучения для различных выборок испытуемых как по вертикали (федеральный, региональный, муниципальный, школьный, индивидуальный уровень), так и по горизонтали в однотипном ряду

Логистика в образовании – новое научное направление, связанное с разработкой современных рациональных методов оценки результатов обучения и управления информационными потоками на всем пути их движения от зарождения информации до пользователей. При этом важно, чтобы валидная и надежная образовательная информация одного и того же свойства оперативно поступала, грамотно перерабатывалась и эффективно использовалась

в деятельности образовательной организации, субъектов образовательного процесса и системы управления качеством обучения (табл. 3). Методология взаимосвязи эвальной и логистики в системе управления качеством обучения содержит целый ряд новых подходов, которые позволяют наиболее эффективно соединять возможности компьютерных средств и программного обеспечения со структурой обучения и контроля его качества.

Таблица 3

Причинно-следственные связи процессов и продуктов оценивания учебных достижений

Ресурсы	Действия	Продукты	Результаты	Влияние
кадровые, материально-технические и научно-методические для оценочно-аналитической (эвальной) и логистической деятельности	эффективное использование качественных оценочных средств организации и проведения оценочной деятельности	результаты оценочно-аналитической деятельности, рекомендации по повышению уровня подготовленности обучающихся	положительные изменения в образовательных системах и образовательной деятельности субъектов образования	повышение качественного уровня подготовки специалистов, рост благосостояния населения и страны в целом

При логистическом подходе управляющие воздействия происходят на основе единой целостно-структурированной информации: общая база данных; комплексная и многоуровневая информация; наличие структурных взаимосвязей; валидность и надежность информационных потоков; оперативность доставки информации.

Заключение

Чтобы выстраивать обучение с учетом реально достигаемых результатов, педагогам необходимы специальные знания в области педагогических измерений и оценки качества обучения. В образовательных организациях сегодня катастрофически не хватает специалистов в области современной оценки результатов обучения: проектировщиков оценивания достижений с учетом возрастных особенностей обучающихся; разработчиков надежных и валидных контрольных оценочных материалов; организаторов информационно защищенных оценочных технологий на различных уровнях и стадиях обучения; специалистов по работе с образовательной статистикой результатов внутренней и внешней оценки; методистов по оценке качества образовательных программ; аналитиков и интерпретаторов результатов массовой оценки достижений в системах управления качеством обучения. В связи с этим обозначились и проблемы организации оценочного процесса в обра-

зовательных организациях: неготовность педагогов к разработке и использованию надежного оценочного инструментария, отсутствие центров по обучению педагогических кадров разработке и использованию оценочных материалов, отсутствие центров сертификации оценочной деятельности.

Внедрение теории и практики педагогических измерений становится важным и востребованным в системах образования XXI века, а актуальность специального обучения широкой педагогической аудитории основам современного оценивания учебных достижений в образовании многократно возрастает в условиях модернизации контрольно-оценочной системы. Особую сложность, как в теоретическом, так и практическом плане, вызывает оценка компетенций. Потребности формирования компетенций дополнительно ставят перед педагогами задачи оценивания метапредметных (надпредметных) результатов обучения, разработки и использования компетентностно ориентированных заданий (КОЗ), конструирования новых форм активного обучения с использованием инновационных педагогических технологий (кейс-стади, проекты, портфолио и др.). Основная трудность связана с тем, что компетенции формируются и проявляются только в деятельности, а следовательно, при обучении и оценивании эту деятельность необходимо планировать и организовывать, обеспечи-

вая при этом высокую мотивацию обучающихся. Определенную трудность вызывает создание и использование комплексных педагогических измерителей, имеющих высокую надежность и прогностическую валидность.

Пока можно отметить, что философии системного и преемственного анализа деятельности субъектов образовательного процесса по результатам объективного оценивания образовательных достижений обучающихся и использования надежной образовательной информации в управлении качеством по объективным результатам обучения еще только предстоит стать базовой для современных систем оценки и управления в сфере образования.

Список литературы

1. Болотов В.А., Ефремова Н.Ф. Системы оценки качества образования: учебное пособие. – М.: Университетская книга. Логос, 2007. – 192 с.
2. Гуськова М.В. Эвалюация в образовании: монография. – М.: ИНФРА-М. 2012. – 153 с.
3. Денисенко В.А. Основы образовательной логистики. – Калининград: КГУ, 2003. – 317 с.
4. Ефремова Н.Ф., Склярова Н.Ю. Логистические процессы в образовании: методическое пособие. (Контроль и оценивание в современной системе образования. Методический портфель учителя). – М.: Национальное образование, 2014. – 145 с.
5. Крупнов Ю.В. Управление качеством образования и образовательная аналитика / Новая Российская школа. – М.: Институт учебника «Пайдейя». 2003. – 13 с.
6. Лившиц В.М. Педагогическая логистика – Кохтла-Ярве, 2007. – № 1. – С. 72–79.
7. Педагогическое образование в университете: контекстно-биографический подход: Монография / под ред. А.Л. Гаврикова, М.Н. Певзнера. – Великий Новгород: НовГУ им. Ярослава Мудрого, 2001. – 300 с.

8. Решетникова О.А. Логистика массовой оценки учебных достижений учащихся (на примере Единого государственного экзамена и Государственной итоговой аттестации выпускников основной школы в новой форме). автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 2011. – 27 с.

References

1. Bolotov V.A., Efremova N.F. System of education quality assessment: a manual. M.: University book. Logos, 2007. 192 p.
2. Guskova M.V. Evaluation in education: monograph. M.: INFRA-M 2012. 153 p.
3. Denisenko V.A. Fundamentals of educational logistics. Kaliningrad: KGU, 2003 317 p.
4. Efremova N.F., Sklyarova N.Y. Logistics processes in education: a methodological guide. (Monitoring and evaluation in the modern system of education. Methodical portfolio teachers). M.: National education, 2014. 145 p.
5. Krupnov J.V. Quality Management of education and educational Analytics. Russia's New school. M. Institute of textbook «Paideia», 2003. 13 p.
6. Livshits C. M. Pedagogical logistics. Kohtla-Jarve, 2007. no. 1. pp. 72–79.
7. Teacher education in the University: a context-biographical approach: Monograph. Ed. A.L. Gavrikov, M.N. Pevsner. Velikiy Novgorod: NovSU them. Yaroslav the Wise, 2001. 300 p.
8. Reshetnikova O.A. Logistics of mass evaluation of educational achievements of students (on the example of the Unified state examination and the State total certification of graduates of basic schools in the new form). Atore. cand. diss. Moscow. 2011. 27 p.

Рецензенты:

Муругова Е.В., д.фил.н., профессор, зав. кафедрой «Мировые языки и культуры» Донского государственного технического университета, г. Ростов-на-Дону;

Димитров В.П., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Управление качеством» Донского государственного технического университета, г. Ростов-на-Дону.

Работа поступила в редакцию 28.07.2014.

УДК 796.332.004.67

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАПРАВЛЕННЫХ СРЕДСТВ СРОЧНОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ В ТРЕНИРОВОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ФУТБОЛИСТОВ

Комаров А.П.*ФГБОУ ВПО «Волгоградская государственная академия физической культуры»,
Волгоград, e-mail: vgafk@vlink.ru*

Установлено, что систематическое использование дозированных экспозиций гипоксически-гиперкапнической газовой смеси, создаваемых посредством дыхания через дополнительное «мертвое» пространство в учебно-тренировочном процессе в подготовительном периоде подготовки, активизирует и оптимизирует деятельность сердечно-сосудистой системы у футболистов после мышечной работы, вследствие чего наблюдается прирост показателей общей физической работоспособности и аэробной производительности как в абсолютных, так и в относительных единицах. Практически аналогичная ситуация наблюдается и в динамике функциональных показателей, отражающих уровень долговременной адаптации и скорости протекания восстановительных процессов. Таким образом, результаты нашего исследования показали, что систематическое применение дозированных экспозиций гипоксически-гиперкапнической газовой смеси, создаваемых посредством дыхания через ДМП-«активное» средство, самым существенным образом положительно сказалось на оптимизации функциональных процессов восстановления и, как следствие, привело к более заметному росту физической подготовленности футболистов экспериментальной группы.

Ключевые слова: футболисты, адаптация, восстановительные процессы, физическая работоспособность, аэробная производительность

USE CHANNELING FUNDS IMMEDIATE RECOVERY IN TRAINING FOOTBALL ACTIVITIES

Komarov A.P.*The Volgograd state academy of physical culture, Volgograd, e-mail: vgafk@vlink.ru*

It was established that the systematic use of dosed expositions of hypoxic-hypercapnic gas mixture generated by breathing through the additional «dead space» during training process in the preparatory period of training, activates and improves cardiovascular activity of football players after muscular work, so that there is an increase of general physical activity indicators and aerobic performance in both absolute and relative terms. Almost the same situation is observed in the dynamics of functional indicators that reflect the level of long-term adaptation and flow rate reduction processes. Thus, our results have shown that the systematic use of dosed exposures hypoxic-hypercapnic gas mixture generated by breathing through the DSB-«active» means made the most significantly positive impact on optimization of functional recovery processes and as a result led to significant physical fitness increase of experimental group football players.

Keywords: football players, adaptation, remediation process raw, physical performance, aerobic performance

На современном этапе развития спорта тренировочный процесс характеризуется возрастанием физических и нервных нагрузок. Достижение высокой эффективности тренировочного процесса является актуальнейшей проблемой, обуславливающей поиск новых средств совершенствования адаптационных механизмов, идущий по многим направлениям. Наряду с разработкой методов, усиливающих воздействия мышечных нагрузок, повышающих интенсивность тренировочного процесса, встает насущная необходимость разработки и использования адекватной системы эффективного восстановления организма после тренировочных и соревновательных нагрузок [1, 4]. Оптимально подобранные средства, соответственно этапу и периоду, а также задачам тренировочного процесса, направленно воздействующие на функциональное состояние спортсмена, создают условия для восстановления работоспособности и являются основой профилактики перенапряжений организма [3, 5]. В проблеме повышения

эффективности восстановления можно выделить два аспекта – ускорение восстановительных процессов в остром периоде (срочное восстановление) и оптимизация отставленного восстановления [2]. Для тренировочного процесса и соревновательной деятельности в футболе важны оба эти аспекта [1, 6].

В то же время собственно соревновательная деятельность в футболе отличается большой напряженностью, интенсивностью и продолжительностью и довольно частым проведением матчей. Это предопределяет особую актуальность сохранения высокого уровня работоспособности на протяжении всего соревновательного периода, отдельного матча, требует применения средств ускорения срочного восстановления именно в остром периоде.

Материалы и методы исследования

Для выяснения эффективности использования в тренировочном процессе дозированного дыхания через дополнительное «мертвое» пространство

(ДМП) в качестве средства срочного восстановления был организован педагогический эксперимент с участием 20 футболистов. Были сформированы контрольная и экспериментальная группы (по 10 человек в каждой) из числа футболистов команды «Олимпия» (г. Волгоград).

Педагогический эксперимент проводился в подготовительном периоде в условиях учебно-тренировочного сбора. Обе группы тренировались по одинаковой программе. В отличие от контрольной группы, участники экспериментальной после мышечных нагрузок в остром периоде восстановления использовали дыхание через ДМП объемом 1000 мл, экспозиция которого составляла от 2 до 5 минут. До и после эксперимента участники и контрольной, и экспериментальной групп обследовались в лаборатории и тестировались в условиях тренировки.

При лабораторном тестировании осуществлялось определение физической работоспособности в пробе PWC_{170} . Расчетным путем получали величины максимальной аэробной производительности. Кроме того, определяли величину ЧСС в покое, на 1-й и 15-й минутах восстановительного периода. Для оценки переносимости физической нагрузки и интенсивности протекания восстановительных процессов определяли концентрацию молочной кислоты в крови, также в покое, на 1-й и 15-й минутах восстановления.

В условиях тренировки производилось стандартное тестирование основных двигательных качеств футболистов: скоростных возможностей (15 м с места, 15 м с хода, бег 30 м), скоростно-силовых возможностей (5-й прыжок), специальной, скоростной (челночный бег 7 по 50 м) и общей (аэробной) выносливости (12-минутный гладкий бег).

Результаты исследования и их обсуждение

Сразу следует отметить, что экспериментальные условия тренировки привели к более выраженному эффекту от тренировочной работы у футболистов опытной группы. Все показатели, отражающие физическую работоспособность и специальную подготовленность в экспериментальной группе, увеличи-

лись достоверно ($P < 0,01$), а по размеру превосходили прирост результатов тестов в контрольной группе почти вдвое.

В экспериментальной группе наибольший прирост наблюдается в показателях общей физической работоспособности и аэробной производительности организма как в абсолютных, так и в относительных единицах (соответственно 9,2 и 6,6% и 12,7 и 9,7%).

Практически аналогичная ситуация наблюдается и в динамике функциональных показателей, отражающих уровень долговременной адаптации и скорость протекания восстановительных процессов.

В экспериментальной группе футболистов статистически достоверно снизилась ЧСС на 1-й минуте восстановления на 8,7% ($P < 0,01$) и возросла скорость ее восстановления на 6,2% ($P < 0,05$). В контрольной группе этого не наблюдалось, и даже наоборот, скорость восстановления несколько замедлилась (на 4,8%, $P > 0,05$).

В табл. 1 представлены средние величины показателей физической подготовленности футболистов экспериментальной и контрольной групп, зарегистрированные до и после экспериментальной тренировки.

Достоверно снизилась в экспериментальной группе и средняя величина ЧСС на 15-й минуте восстановления (на 10,2%, $P < 0,05$), при возрастании скорости восстановления ЧСС (на 7,8%), хотя и не достоверно ($P > 0,05$). Эти данные показывают вполне определенные процессы функциональной оптимизации. Наши данные вполне согласуются с результатами других авторов, показавших, что тренировка с ДМП активизирует и оптимизирует деятельность сердечно-сосудистой системы (см. табл. 2).

Таблица 1

Динамика физической подготовленности футболистов в результате экспериментальной тренировки с дыханием через ДМП в восстановительном периоде ($\bar{x} \pm m$)

Показатели	Экспериментальная группа (n = 10)			Контрольная группа (n = 10)		
	В начале эксперимента	В конце эксперимента	%	В начале эксперимента	В конце эксперимента	%
PWC_{170} , кгм/мин	1851 ± 79	2022 ± 76**	9,2	1789 ± 46	1861 ± 52	4,0
PWC_{170} /вес, кгм/мин/кг	26,0 ± 0,7	29,3 ± 0,7**	12,7	26,1 ± 0,6	27,5 ± 0,9*	5,4
МПК, л/мин	4,39 ± 0,13	4,68 ± 0,13**	6,6	4,28 ± 0,08	4,41 ± 0,09	3,0
МПК/вес, мл/мин/кг	61,8 ± 1,1	67,8 ± 1,1**	9,7	62,4 ± 1,1	65,0 ± 1,7*	4,2
15 м с места, с	2,33 ± 0,03	2,26 ± 0,02**	-2,7	2,31 ± 0,03	2,28 ± 0,03	-1,3
15 м с хода, с	1,83 ± 0,03	1,77 ± 0,02**	-3,0	1,82 ± 0,03	1,800 ± 0,02	-1,2
30 м бег, с	4,14 ± 0,05	4,02 ± 0,04**	-2,8	4,12 ± 0,06	4,08 ± 0,05	-1,1
Челночный бег 7 по 50 м, с	62,6 ± 0,7	60,5 ± 0,4**	-3,4	63,1 ± 1,1	61,5 ± 0,5	-2,4
5-й прыжок, м	12,9 ± 0,2	13,3 ± 0,1**	2,6	12,9 ± 0,3	13,1 ± 0,3	1,8
12-мин бег, м	3030 ± 48	3285 ± 43**	8,4	3115 ± 49	3247 ± 33*	4,2

Таблица 2

Динамика функциональных показателей интенсивности протекания восстановительных процессов после стандартной мышечной нагрузки у футболистов в результате систематического использования дыхания через ДМП в тренировочном процессе ($x \pm m$)

Показатели	Экспериментальная группа ($n = 10$)			Контрольная группа ($n = 10$)		
	В начале эксперимента	В конце эксперимента	%	В начале эксперимента	В конце эксперимента	%
ЧСС фон, уд./мин	$63,6 \pm 1,8$	$62,0 \pm 1,6$	-2,5	$67,1 \pm 2,4$	$64,1 \pm 1,2$	-4,5
ЧСС ₁ , уд./мин	$98,0 \pm 3,9$	$89,5 \pm 3,1^{**}$	-8,7	$98,8 \pm 4,5$	$98,5 \pm 4,1$	-0,3
Процент восст. ЧСС ₁ , %	$65,8 \pm 2,9$	$69,9^{*} \pm 2,7^{*}$	6,2	$69,3 \pm 4,3$	$66,0 \pm 2,7$	-4,8
ЧСС ₁₅ , уд./мин	$68,4 \pm 2,9$	$61,4 \pm 1,3^{*}$	-10,2	$67,7 \pm 2,3$	$67,4 \pm 1,3$	-0,4
Процент восст. ЧСС ₁₅ , %	$93,7 \pm 2,5$	$101,0 \pm 1,3$	7,8	$100,4 \pm 6,0$	$95,2 \pm 1,5$	-5,2
НЛ фон, мГ%	$29,8 \pm 1,6$	$26,9 \pm 0,7$	-9,7	$28,1 \pm 1,1$	$27,9 \pm 0,7$	-0,7
НЛ ₁ , мГ%	$36,8 \pm 2,4$	$34,9 \pm 1,8^{*}$	-5,2	$36,9 \pm 2,5$	$36,5 \pm 1,9$	-1,1
Процент восст. НЛ ₁ , %	$81,5 \pm 2,2$	$78,1 \pm 2,5$	-4,2	$78,4 \pm 4,5$	$78,0 \pm 3,8$	-0,5
НЛ ₁₅ , мГ%	$31,8 \pm 2,5$	$27,2 \pm 1,1^{**}$	-14,2	$30,8 \pm 1,4$	$29,2 \pm 0,7$	-5,2
Процент восст. НЛ ₁₅ , %	$96,2 \pm 5,8$	$100,1 \pm 4,7$	4,1	$92,2 \pm 3,8$	$95,8 \pm 2,7$	3,9

Весьма существенным моментом следует признать достоверное снижение концентрации молочной кислоты в крови футболистов экспериментальной группы. На 1-й минуте восстановления концентрация лактата в крови оказалась меньше на 5,8% ($P < 0,05$) по сравнению с исходным уровнем, а на 15-й минуте восстановления концентрация лактата снизилась еще в большей степени – на 14,2% ($P < 0,01$). Выполнение большей мощности физической работы при меньших уровнях молочной кислоты свидетельствует о возрастании доли аэробных процессов в энергообеспечении организма и снижении доли гликолиза, что является отражением определенной функциональной экономизации.

Заключение

Результаты нашего исследования показали, что систематическое использование дозированных экспозиций гипоксически-гиперкапнической газовой смеси, создаваемых посредством дыхания через ДМП – «активное» средство, самым существенным образом положительно сказалось на оптимизации функциональных процессов восстановления и, как следствие, привело к более существенному росту физической подготовленности футболистов экспериментальной группы.

Список литературы

1. Верхошанский Ю.В. Основы специальной физической подготовки спортсменов. – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 331 с.
2. Волков Н.И. Биоэнергетика напряженной мышечной деятельности человека и способы повышения работоспособности спортсменов: дис. ... д-ра биол. наук в форме научного доклада. – М., 1990. – 101 с.
3. Медведев Д.В. Физиологические факторы, определяющие физическую работоспособность человека в процессе мно-

голетней адаптации к специфической мышечной деятельности: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.13. – М., 2007. – 24 с.

4. Солопов И.Н. Физиологические основы функциональной подготовки спортсменов: монография / И.Н. Солопов [и др.]. – Волгоград: ФГБОУ ВПО «ВГАФК», 2010. – 346 с.

5. Солопов И.Н. Функциональная подготовка спортсменов: монография / И.Н. Солопов, А.И. Шамардин. – Волгоград: «ПринТерра-Дизайн», 2003. – 263 с.

6. Morrow J.R. Measurement and evaluation in Human Performance / J.R. Morrow [et al.] // Human Kinetics Publishers, 1995. – 416 p.

References

1. Verhoshanskij Ju.V. Osnovy special'noj fizicheskoj podgotovki sportsmenov [Fundamentals of special physical preparation of athletes]. Moscow, 1988. 331 p.

2. Volkov N.I. Bioenergetika napryazhennoy myshechnoy deyatel'nosti cheloveka i sposoby povysheniya rabotosposobnosti sportsmenov [Bioenergy intense muscular human activities and ways to improve the performance of athletes]. Moscow, 1990. 101 p.

3. Medvedev D.V. Fiziologicheskiye faktory, opredelyayushchiye fizicheskuyu rabotosposobnost' cheloveka v protsesse mnogoletney adaptatsii k spetsificheskoy myshechnoy deyatel'nosti [Physiological factors determining human physical performance during long-term adaptation to a specific muscle activity]. Moscow, 2007. 24 p.

4. Solopov I.N., Gorbaneva E.P., Chemov V.V., Shamardin A.A., Medvedev D.V., Kamchatnikov A.G. Fiziologicheskiye osnovy funktsional'noy podgotovki sportsmenov [Physiological basis of functional training athletes]. Volgograd. 2010. 346 p.

5. Solopov I.N., Shamardin A.I. Funktsional'naya podgotovka sportsmenov [Functional training athletes]. Volgograd, 2003. 263 p.

6. Morrow, J.R. Measurement and evaluation in Human Performance. 1995. 416 p.

Рецензенты:

Сентябрь Н.Н., д.б.н., профессор, ФГБОУ ВПО «ВГАФК», г. Волгоград;

Якимович В.С., д.п.н., профессор, зав. кафедрой «Гуманитарные дисциплины», ФГБОУ ВПО «Волжский институт строительства и технологий», (филиал) ВолГАСУ, г. Волжский.

Работа поступила в редакцию 28.07.2014.

УДК 78.078: 78.072.2

**МАЛЫЕ ФОРМЫ В ТВОРЧЕСТВЕ АДЫГСКИХ КОМПОЗИТОРОВ
НА ПРИМЕРЕ ЦИКЛА «ДЕСЯТЬ ФОРТЕПИАННЫХ
ПРЕЛЮДИЙ» Д. АНЗАРОКОВА****Тлехурай З.М.***ФГБОУ ВПО «Ростовская государственная консерватория (академия) им. С.В. Рахманинова»,
Ростов-на-Дону, e-mail: zarina-t83@mail.ru*

В статье рассматривается наименее изученная область адыгской музыкальной культуры: фортепианное творчество представителей национальной композиторской школы. Автор анализирует циклы фортепианных пьес, адресованных юным исполнителям, и приходит к выводу, что данные сочинения приобщают детей к ценностям национальной культуры и формируют навыки игры на фортепиано. В силу сказанного отметим, что детская музыка композиторов Адыгеи характеризуется ясностью и простотой изложения, пониманием физиологических возможностей и особенностей пианистического аппарата детей, она ориентирует фантазию юных исполнителей своей программной направленностью, нередко апеллирующей к детскому народному творчеству. Очевидно, что фортепианные пьесы детского репертуара в творчестве адыгских авторов выполняют важную роль. Они знакомят детей с адыгской исторической культурой и национальным фольклором. Всё это – богатейший материал, на основе которого детям прививается любовь к национальным традициям и искусству, а также любовь к своему народу и Родине, что очень важно для сохранения национальной идентичности.

Ключевые слова: фортепианная миниатюра, фольклор, национальные композиторы, детский репертуар**SMALL FORMS IN CREATIVITY OF ADYGSKY COMPOSERS ON THE CYCLE
EXAMPLE «TEN PIANO PRELUDES» FROM D. ANZAROKOV****Tlekhuray Z.M.***Federal State Budget Educational Institution of Higher Professional Education «Rostov State
Conservatoire (Academy) named after S.V. Rachmaninov», Rostov-on-Don, e-mail: zarina-t83@mail.ru*

The article discusses the least studied area adigianmusical culture is considered: piano creativity of representatives of national composer school. The author analyzes cycles of the piano plays addressed to young executors and comes to conclusion, that the given compositions attach children to values of national culture and form skills of game on a piano. Owing to the told we will notice, that children's music of composers of Adygea is characterised by clearness and simplicity of a statement, understanding of physiological possibilities and features of the pianistic device of children, it focuses imagination of young executors the program orientation quite often appealing to children's national creativity. It is obvious, that piano plays of children's repertoire in creativity adigianauthors carry out the important role. They acquaint children with адыгской historical culture and national folklore. All is the richest material on which basis to children the love to national traditions and art takes root, and also love to the people and the Native land that is very important for preservation of national identity.

Keywords: a piano miniature, folklore, national composers, children's repertoire

Малые формы представлены в творчестве адыгских композиторов двумя «ветвями». Одна, значимость которой трудно переоценить в связи с ее ролью в формировании новых поколений адыгской пианистической школы, представлена пьесами детского репертуара. Вторая – «взрослая», сформировавшаяся под воздействием романтических европейских традиций, предопределивших особый интерес композиторов-адыгов к жанру фортепианной миниатюры. Целью данной статьи является характеристика первой «ветви» малых форм на примере «Десяти прелюдий для фортепиано» Довлета Анзарокова. Поставленная цель выдвигает перед нами следующие задачи: составить общее представление о палитре малых форм и жанров фортепианной музыки Адыгеи, попытаться сделать аналитические выводы об особенностях этого направления творчества.

Внимание адыгских композиторов к детскому исполнительскому творчеству обусловлено рядом причин. Выделим две,

наиболее, с нашей точки зрения, значимые. Первая связана с пониманием важности процесса формирования национальной когорты исполнителей, не только мастерски владеющих пианизмом, но и глубоко чувствующих и понимающих национальную природу музыкальной интонации. Вторая продиктована вопросами дидактики, становлением системы профессионального музыкального образования в республике и острой потребностью в качественном репертуаре, ориентированном на национальные музыкальные традиции. Сказанным обусловлен факт обращения к детской музыке всех выдающихся композиторов республики. В ряду остро востребованных школьным училищным репертуаром – цикл, состоящий из десяти Прелюдий Д. Анзарокова¹. Чтобы предста-

¹ Довлет Анзароков окончил Майкопское училище искусств по классу фортепиано, затем поступил в Санкт-Петербургскую консерваторию в класс профессора С. Слонимского по классу композиции и окончил ее в 2005 году.

вить себе художественный и технический уровень такого рода сочинений, остановимся подробнее на его анализе.

Цикл адресован учащимся старших классов ДМШ, а также студентам музыкальных училищ. В связи с тем, что автор является профессиональным пианистом, его прелюдии изложены так, что в них учтены практически все возможности игрового пианистического аппарата. Несмотря на то, что пьесы не имеют названия, их программность хорошо прослеживается благодаря образности музыкального языка. Прелюдии можно исполнять как отдельно, так и в цикле. Очевидно, что автор опирается на опыты мастеров фортепианных прелюдий:

Ф. Шопена, С. Рахманинова и А. Скрябина. В основу драматургии сочинения положен принцип контрастности. Особое значение композитор придает темповым контрастам, чередуя быстрые прелюдии с медленными.

Автор является замечательным мелодистом, он очень умело обрамляет незамысловатые, красивые и быстро запоминающиеся темы излюбленным для адыгских композиторов токкатным аккомпанементом. Прелюдия № 1 является преамбулой цикла. Она вводит нас в образ энергичного, мужского танца (Пример № 1). Благодаря использованию синкопированных ритмов и акцентов в партии левой руки, автору удастся передать характер воинственного волевого танца.

Пример № 1



Интересна и своеобразна по мелодическому рисунку Прелюдия № 3. Она написана в трехчастной репризной форме, где крайние разделы олицетворяют мягкий и нежный женский образ, которому в среднем противопоставляется мужской. Прелюдия начинается с красивой кантилены в размере 7/8 (Пример № 2). В среднем же разделе автор меняет размер 7/8 на 4/4

и ставит ремарку «Poco agitato», тем самым подсказывая исполнителю, что существенно меняется характер музыки. Мужской образ он передает посредством аккордов в кварто-квинтовом изложении в партиях обеих рук, постепенно уплотняя фактуру за счет шестнадцатых в октавном удвоении партии правой руки и низкого регистра в левой (Пример № 3).

Пример № 2



Пример № 3



Если Прелюдия № 3 была построена на контрастах, то Прелюдия № 5, наоборот, передает единый образ. По своему изложению она близка к стилю ноктюрнов Ф. Шопена. Эта прелюдия повествовательного характера, ей присущи черты жанра баллады, ее неспешный, возвышенный характер выска-

зывания вызывает ассоциации с образом мудрого старца, степенно и неторопливо рассказывающего о прожитой жизни. Основу аккомпанемента здесь составляет оstinатная ритмическая формула – бас в сочетании с синкопированными аккордами (Пример № 4).

Пример № 4



Прелюдия № 6 контрастна по отношению к предыдущей. Она выдержана в характере скерцозного изящного танца. Благодаря использованию гаммообразных пассажей в партии правой руки, автор умело создает

шутливый характер (Пример № 5). В среднем же разделе скерцо приобретает черты токатности, благодаря модификации фактуры и появлению синкоп. За счет этого характер пьесы становится более взволнованным. В репри-

зе композитор излагает тему в ритмическом уменьшении (вместо шестнадцатых испол-

зует тридцать вторые), возвращаясь в стихию зажигательного шуточного танца.

Пример № 5



Прелюдия № 7 по своему характеру и изложению близка к «Песне венецианского гондольера» Ф. Мендельсона. Она написана в сложной трехчастной форме. Первая ее часть изложена в тональности соль-мажор и представлена двухтактным вступлением, после которого непосредственно вступает

сама тема с баркарольным аккомпанементом, который типичен для западноевропейских романтиков. (Пример № 6). В среднем разделе композитор меняет темповое обозначение с Andante на Riumosso. Также изменяется тональность (фа-минор) и происходит смена фактуры.

Пример № 6



Благодаря пунктирному ритму в партии правой руки и синкопам в левой, средний раздел приобретает характер танца, напоминающего нам по своей энергетике адыгский танец Зафак (Пример № 7). Напомним, что Зафак – один самых популярных и распространенных танцев у адыгов. В переводе с адыгского языка означает «идти навстречу друг к другу». Основным элементом танца является именно это движение. Зафак всегда открывает танцевальные вечера на торжественных мероприятиях адыгов. Данный танец исполняется в быстром темпе. Это своеобразный «танец-приглашение», который исполняет пара или иногда несколько пар в зависимости от размера танцевальной площадки. Композитор также в аккомпанементе использует тоник, шестую ступень и доминанту в квинтовом изложении, что очень характерно для Зафака. В репризе автор возвращает нас к баркарольному изложению.

Очень примечательна Прелюдия № 9. Она напоминает прелюдии А. Скрябина по фактурному изложению. Пьеса имеет певучий, кантиленный характер. Подобно Скрябину Анзароков использует в аккомпанементе аккорды в широком расположении и арпеджирует их, создавая образ колыбельной (Пример № 8). Далее композитор меняет фактуру, на смену колыбельной приходит образ мимолетной, задумчивой импровизации. Подобный фактурный прием напоминает нам стиль импрессионистов, это своеобразное лирическое отступление. В силу сказанного отметим, что композитор хорошо знаком со стилем западноевропейского романтического письма и воспитан на его традициях.

Завершает цикл Прелюдия № 10, которая воссоздает образ бурного, неистового, энергичного танца. Этот характер четко прослеживается благодаря синкопам и пассажирам шестнадцатых в партии правой руки

и полонезным ритмом в левой, что позволяет нам провести параллели с полонезами Ф. Шопена. Прелюдия написана в сложной трехчастной форме, что типично для фортепианных миниатюр западноевропейских композиторов. Первая часть звучит в тональности до-мажор и передает образ

энергичного мужского танца (Пример № 9). Во второй части меняется тональность (ре-бемоль мажор) и фактура. Автор воссоздает здесь горделивый, женский образ. В третьей части композитор возвращает основную тональность до-мажор, утверждая мужской образ.

Пример № 7



Пример № 8



Пример № 9



На основе проделанного анализа отметим, что цикл «Десять прелюдий» Довлета Анзарокова имеет большую художественную ценность, сохраняя при этом дидактическую направленность. На наш

взгляд, композитором сделана удачная попытка создания фортепианных миниатюр на основе синтеза фольклорных истоков адыгов (песня и танец) и общеевропейского романтического стиля. Прелюдии

Анзарокова целесообразно проходить в классе фортепиано для ознакомления с кантиленой и освоения драматургической формы цикла в целом. Композитор уделяет большое значение мелодии, поэтому его пьесы быстро запоминаются, помогают воспитать и развить эстетическое чувство учащихся и являются хорошей школой перед изучением прелюдий Ф. Шопена, С. Рахманинова и А. Скрябина.

Таким образом, осуществленный анализ Прелюдий Д. Анзарокова позволяет составить общее представление о роли и особенностях такого важного раздела фортепианного творчества адыгских композиторов как пьесы для детей. На этих сочинениях можно с успехом формировать интонационное мышление юных музыкантов в опоре на национальные музыкальные традиции. Пьесы отличаются друг от друга разнообразием стилизованных признаков, образным строем, фактурой, техникой письма, но в каждой из них заложена крупная ментальность этноса.

Очень внимательно и бережно следует отнестись к мелким деталям авторского текста, так как каждый штрих имеет свою информационную направленность и должен неукоснительно соблюдаться. Детская музыка композиторов Адыгеи характеризуется ясностью и простотой изложения, пониманием физиологических возможностей и особенностей пианистического аппарата детей, она ориентирует фантазию юных исполнителей своей программной направленностью, нередко апеллирующей к детскому народному творчеству (считалки, дразнилки, прибаутки и скороговорки). Очевидно, что фортепианные пьесы детского репертуара в творчестве адыгских авторов играют важную роль. Они знакомят детей с адыгской исторической культурой и национальным фольклором. Всё это – богатейший

материал, на основе которого детям прививается любовь к национальным традициям и искусству, а также любовь к своему народу и Родине, что очень важно для сохранения национальной идентичности.

Список литературы

1. Назайкинский Е.В. Поэтика музыкальной миниатюры // Назайкинский Е. История в музыке: избр. исслед. – М.: МГК им. П. Чайковского. 2009. – С. 371–391.
2. Зенкин К.В. Фортепианная миниатюра и пути музыкального романтизма. – М., 1997.
3. Большой энциклопедический словарь. М.: Большая Российская энциклопедия. – СПб.: Норинт, 2001.
4. Мафедзев С. Адыги. Обычаи. Традиции. – Нальчик: Эль-фа, 2000.
5. Сабанеев Л. Скрябин. – М.-П., 1923. – С. 144.

References

1. Nazaykinskiy E.V. Poetika muzykalnoy miniatyury // Nazaykinskiy E. Istoriya v muzyke: izbr. Issled. M., MGK im. Chaykovskogo. 2009. pp. 371–391.
2. Zenkin K.V. Fortepiannaya miniatyura i puti muzykalnogo romantizma. M., 1997.
3. Bolshoy entsiklopedicheskiy slovar. M.: Bolshaya Rossiyskaya Enciklopediya. SPb.: «Noriant», 2001.
4. Mafedzev S. Adygi. Obychai. Traditsii. Nalchik: «El-fa», 2000.
5. Sabaneev L. Skryabin. M.-P. 1923. pp. 144.

Рецензенты:

Крылова А.В., доктор культурологии, профессор, проректор по научной работе, ФГБОУ ВПО «Ростовская государственная консерватория (академия) им. С.В. Рахманинова», г. Ростов-на-Дону;

Тараева Г.Р., доктор искусствоведения, профессор, заведующая кафедрой инновационных технологий, ФГБОУ ВПО «Ростовская государственная консерватория (академия) им. С.В. Рахманинова», г. Ростов-на-Дону.

Работа поступила в редакцию 28.07.2014.

УДК 81'373; 001.4

СТРУКТУРНО-ЯЗЫКОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СПОРТИВНЫХ ТЕРМИНОВ-ЭПОНИМОВ В РУССКОМ И АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКАХ

Бобырева Н.Н.

*ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»,
Казань, email: public_mail@kpfu.ru*

В статье описана специфика структуры простых и составных терминов-эпонимов в русском и английском вариантах подязыка спорта, представлена сравнительно-сопоставительная характеристика изучаемых единиц. Материал исследования представлен односоставными, двусоставными и многосоставными эпонимическими единицами, образованными при помощи имени собственного. Образование термина-эпонима подразумевает метонимизацию при возможном изменении структуры имени собственного, а также его участия в образовании составной терминологической единицы. Показано, что эпонимические элементы демонстрируют способность составлять терминологическую единицу в сочетании со словами, наделенными различными грамматическими и лексическими особенностями. При этом эпонимический элемент может образовывать составной термин как в качестве стержневого, так и в качестве атрибутивного элемента. Сопоставительный анализ выявил симметрию и асимметрию в структуре русских и английских терминов-эпонимов спорта.

Ключевые слова: термин, термин-эпоним, односоставный термин, составной термин, терминологическая система

STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF EPONYMOUS SPORT TERMS IN RUSSIAN AND ENGLISH

Bobyreva N.N.

Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, email: public_mail@kpfu.ru

The article describes the results of the comparative analysis of structural models of sport eponyms in the Russian and English languages. Nomination of sports phenomena in different languages has a lot of common features, since traditionally sport terms denote the referents which are similarly nominated in the compared languages. Nevertheless, sport terms tend to demonstrate national characteristics. The studied language items normally consist of two components, but may be reduced to a proper name only. The main element of a compound eponymous term is either a proper name or a word of general vocabulary in a specialised or metaphorical meaning.

Keywords: term, eponymous term, one-word term, compound term, terminological system

Терминосистемы различных сфер деятельности строятся на базе лексических средств родного языка с учетом его морфологических и синтаксических особенностей, а также с помощью элементов, заимствованных из других языков. Спортивная терминология, являясь динамично развивающейся, использует в терминообразовании морфологический, семантический, синтаксический, а также смешанные способы. При этом данная терминологическая система наделена спецификой образования терминологических единиц и демонстрирует многообразие использования различных слово- и фразообразовательных средств [7]. Одним из источников пополнения терминологической системы выступают термины-эпонимы, отражающие «определенные концептуальные признаки» и являющиеся мотивированными «косвенно, с помощью разного рода ассоциаций» [6, с. 57]. Применение эпонимов для обозначения специального понятия является одним из способов метонимического терминообразования.

Целью данной статьи выступает описание структурно-языковых особенностей спортивных терминов-эпонимов на ма-

териале русского и английского языков. В данной статье терминами-эпонимами или эпонимическими единицами терминологии мы называем слова и словосочетания, содержащие в своей структуре имя собственное и обозначающие специальное понятие из области спорта (явление, движение или артефакт). Материалом исследования выступили 480 единиц, содержащих в своей структуре имя собственное. Методами исследования явились метод сплошной выборки терминов из одноязычных и двуязычных терминологических словарей и справочников по русской и английской спортивной терминологии, описательный метод, сравнительно-сопоставительный метод.

В терминологии спорта имена первых исполнителей в основном применяются для наименования нового сложного и оригинального элемента или соединения. Эпонимизация используется также для номинации спортивного оборудования, спортивных сооружений и соревнований в честь известных спортсменов, тренеров, а также лиц, не связанных со спортом непосредственно. Единицы, образованные данным способом терминообразования, фиксируются в тер-

минологических подсистемах таких видов спорта, как фигурное катание, спортивная гимнастика, легкая атлетика, шахматы, шашки, а также игровые виды. Проанализировав структуру терминов в подязыке спорта русского и английского вариантов, считаем возможным выделить четыре модели.

1. Односоставные эпонимические термины, образованные от имени или фамилии спортсмена. Показательными в данной группе являются термины фигурного катания, обозначающие прыжки: **аксель** – **axel**; **риттбергер** – **rittberger**; **сальхов** – **salchow**. Некоторые изучаемые односоставные термины подвергаются префиксации ($N(R) \rightarrow N(Pr + R)$). С помощью префиксоидов **полу-** в русском языке и **half-** в английском образуется новое существительное: **полулутц** – **half lutz**; **полусальхов** – **half salchow**. Интересным примером односоставного термина-эпонима является слово **дерби** – **derby**, именуемое соревнования 3-летних чистокровных верховых лошадей, названных по фамилии учредителя – лорда Дерби. Образованное от него русское существительное **дербист** обозначает победителя скачки на приз дерби.

К группе однословных терминов относим также термины, имеющие двусоставные аналоги, но прочно вошедшие в употребление и имеющие написание в кавычках либо без таковых со строчной или заглавной буквы в именительном падеже: **диамидов** – **вертушка** / **поворот Диамидова**, **диамидовский поворот** – **Diamidov turn**; **воронин** – **перелет Воронина** – **Voronin vault**; **корбут** – **петля Корбут** – **Korbut flip**. Например: *Однако для современных опорных прыжков профилирующими являются такие прыжки, которые еще 20 лет назад были доступны только элите мировой гимнастики: переворот вперед – полтора сальто вперед в группировке; «Цукахара» прогнувшись; «Юрченко» прогнувшись* [5, с. 18]. *Этот поиск успешно завершился, и вот уже второе десятилетие «цукахара» остается самым популярным прыжком* [11, с. 59]. Утрата стержневого компонента может быть проиллюстрирована примерами из списка именных элементов Правил соревнований по женской спортивной гимнастике, утвержденных Исполнительным Комитетом Международной федерации гимнастики в 2013 году: **Бланко** *большим махом вперед – сальто назад прогнувшись с поворотом на 1/2 (180°) в сальто вперед прогнувшись* – **Blanco swing down between bars – swing forward to salto backward stretched with ½ twist (180°) – into salto forward stretched** [12]. Приведенные примеры иллюстрируют особенность терминологии

спорта, поскольку, как правило, неполный вариант термина представляет собой эллиптическую конструкцию, где «усечению» подвергается атрибутивная часть (вся или частично) или терминологический элемент, обозначающий субъект или объект действия, являясь «продуктом эллипсиса стержневого терминологического элемента» [2, с. 73]. В рассматриваемой же терминологической системе, напротив, усечение претерпевает модифицирующий, уточняющий компонент составного термина.

К односоставным или простым терминам-эпонимам относятся не только антропонимические, но и топонимические элементы терминологической системы. Примерами спортивных терминов, образованных от топонимов, служат, например, единицы **марафон** – **marathon**, **бадминтон** – **badminton**. Терминологическая единица **альпинизм** имеет общепотребительные английские эквиваленты **mountaineering** и **mountain climbing**, однако термин **alpinism** также фиксируется в словарях. От данного названия вида спорта образовано наименование спортсмена/спортсменки **альпинист/альпинистка** – **alpinist**. Термин **олимпиада** – **Olympiad** образован от географического названия **Олимп** – **Mount Olympus** и имеет в качестве синонимичного двусоставную единицу **Олимпийские игры** – **Olympic Games**. Единица **олимпийский** – **Olympic** демонстрирует высокую фразеобразовательную способность, выступая компонентом составных единиц спортивной лексики. Например, **олимпийская клятва** – **Olympic Oath**; **олимпийский огонь** – **Olympic flame**; **олимпийский чемпион** – **Olympic champion**; **олимпийская деревня** – **Olympic Village**.

2. Двусоставные термины-эпонимы, в которых эпонимический элемент является стержневым. Ядерный компонент двусоставных единиц образован посредством метонимического переноса по схеме «имя собственное → действие». Например, **двойной аксель** – **double axel**; **тройной лутц** – **triple lutz**; **тройной сальхов** – **triple salchow**: *Ирина Слуцкая имела в своей программе три каскада, содержащих тройные прыжки: тройной тулуп – двойной тулуп, тройной сальхов – двойной риттбергер, тройной лутц – двойной тулуп* [1, с. 23].

3. Двусоставные термины-эпонимы, образованные по схеме «существительное, обозначающее (а) физическое или (б) интеллектуальное действие + эпонимический элемент». Существительное, номинирующее действие, претерпевает специализацию значения. Вторым элементом русского составного термина является фамилия спортсмена или спортсменки в родительном

падеже. Например: (а) **перелет Воронина; сальто Радохлы; прыжок Роче** в гимнастике; (б) **начало Берда, защита Барулина** в шахматах. В английском терминосочетании зависимый компонент, т.е. имя собственное, находится в препозиции к стержневому компоненту. Например, (а) **Voronin vault; Radochla roll; Roche vault**; (б) **Bird's Opening; Barulin defence**. В русском языке возможно также образование терминологического элемента, выраженного именем прилагательным, от фамилии спортсмена: **бобровский гол, диомидовский поворот**. Названия оборудования, соревнований и мест проведения соревнований также имеют описываемую структуру: **кубок Стэнли – Stanley Cup, кубок Аллана – Allan Cup; кубок Дэвиса – Davis Cup; кубок Томаса – Thomas Cup**.

Продуктивным в терминосистеме спорта является способ образования единиц по схеме «метафора + эпонимический элемент». Например, термин **скольжение (шаффл) Али – Ali Shuffle**, отражающий манеру Мохаммеда Али передвигаться по рингу; **вертушка Хили – Healy twirl со стойки на руках переворот вперед с поворотом на 360° в упор**. Метафоризация является распространенным явлением для подсистем терминов тех видов спорта, в которых предполагается исполнение движений, вызывающих ассоциации с каким-либо артефактом. Метафора может быть образована при участии языковых единиц, заимствованных из разнообразных тематических слоев лексики. Соответствующие английские термины могут не являться полными эквивалентами, что объясняется отсутствием в языке прямонимативной единицы для наименования денотата и семантической емкостью метафоры, но не значимостью зрительных ассоциаций для номинатора. Например, термины **петля Богдановой; петля Корбут; петля Мухиной** имеют в качестве английских эквивалентов единицы **Bogdanova flip; Korbut flip; Mukhina flip**, при этом слово **flip** буквально переводится на русский язык как **щелчок**.

Легкоатлетический термин **фосбери-флоп**, обозначающий один из способов преодоления планки в прыжках в высоту, состоит из двух компонентов: компонента-эпонима **фосбери** и компонента-метафоры **флоп**, транслитерируемой с английского слова **flor** (букв. шлепанье). Случаи применения данной единицы в разных источниках профессиональной спортивной литературы указывают на существование вариантов ее форм: *И еще улыбка (вот сюрприз!) стала предметом всеобщего внимания и обсуждения, как в свое время прыжок фосбюри-флоп* [8, с. 72]. *Спор этих двух стилей был решен в секторе для прыжков в высоту, в спортивной борьбе в пользу «фосбери-*

флоп» [15, с. 8]. Данный составной термин может быть сокращен до одного (метафорического) склоняемого компонента **флоп**. Например: *Дискуссия о том, какой способ лучше – перекидной или **флоп**, ведется с осени 1968 года, когда американец Дик Фосбери, применяя разработанный им новый стиль, выиграл соревнования прыгунов на XIX Олимпийских играх в Мехико* [3, с. 87–88].

Примерами двусоставных эпонимических единиц являются названия оснований для настольного тенниса фирмы Butterfly: **Petr Korbel** по имени Петера Корбеля, **Andrzej Grubba** по имени польского игрока Анджи Груббы. Также возможно сочетание фамилии с другим компонентом: **Grubba Carbon, Grubba Pro**. Следует отметить, что данные единицы являются скорее единицами специальной номенклатуры, а не терминологии, так как их доминирующей функцией является номинативная, и они не обладают четкой дефиницией, но только описанием (в описываемом случае – для рекламных целей). Описываемые эпонимы являются наименованиями артефактов, производимых серийно. Например, **Andrzej Grubba основание с мягкой структурой волокна, названное в честь одного из самых динамичных игроков мира; хорошо подходит для универсальной игры на различных дистанциях**. Основной функцией термина, в отличие от единицы номенклатуры, является сигнификативная [4, с. 38]. В.М. Лейчик отмечает, что «номенклатурой может быть названа система обозначений классов предметов, входящих в один однородный ряд, на основе сознательно выбранных внешних признаков этих предметов», называя номенклатуру промежуточным звеном между терминами и именем собственным [9, с. 24]. Тем не менее, рассматриваемые примеры являются узкоспециальными и выражают понятия, знакомые лишь специалистам, профессионально занимающимся настольным теннисом, поэтому нашли свое описание в нашей статье.

4. Многокомпонентные терминологические сочетания, состоящие из трех и более компонентов. Наличие таких единиц в изучаемой терминосистеме обусловлено требованиями точности и высокой степени детализации для наименования сложных комбинаций физических упражнений, двигательных действий и спортивно-технических приемов. Таким образом, многокомпонентные термины могут состоять из 4 и более элементов. Данные единицы отвечают требованию к семантике термина – точности, но не соблюдают требование к его форме – краткости, тем самым затрудняя процесс их применения в речи, особенно устной. В многокомпонентных терминах, содержащих эпоним, именная группа

находится в постпозиции к стержневому термину и эпонимическому элементу, формирующих ядро многосоставного термина. При этом описываемые единицы являются наименованиями сложнокоординационных действий спортсменов. Например, **опорный прыжок Цукахары прогнувшись с поворотом на 360° – Tsukahara layout with full (360°) turn vault; оборот Штальдера в стойку с перехватом в хват снизу – Stalder to handstand with hop regrasp to undergrasp.**

Таким образом, структурно-языковая классификация терминов-эпонимов спорта демонстрирует различные модели, детерминируемые такими экстралингвистическими факторами, как специфика видов спорта, мировые традиции в номинации новых элементов, упражнений, соревнований и спортивного оборудования. Эпонимический термин может являться простым термином, а также термином-элементом двусоставной единицы и единицы, состоящей из трех и более компонентов. Образование термина-эпонима подразумевает метонимизацию (семантический способ), с одной стороны, и возможное изменение структуры самого имени собственного (морфологический способ), а также его участие в образовании составной терминологической единицы (синтаксический способ). В составных единицах эпонимический элемент демонстрирует способность быть как зависимым, так и определяющим компонентом. Асимметрия эпонимических терминов в русской и английской терминосистемах спорта выявлена в структурных характеристиках терминосоответствий, обусловленных принадлежностью русского и английского языков к разным структурным типам. Ядерные элементы семантически образованных терминов не являются полными эквивалентами в русском и английском языках. Ряд терминов-эпонимов спорта обладает вариантно-форм, наиболее выраженной в русском языке. В русской терминосистеме спорта выявлены прилагательные, образованные от имен собственных и являющиеся зависимыми элементами по отношению к ядерному.

Список литературы

1. Абсальмова И.В. Показатель соревновательной нагрузочности произвольных программ фигуристок, выступавших в чемпионате мира 1996 г. // Теория и практика физической культуры. – 1997. – № 2. – С. 22–23.
2. Авербух К.Я. Общая теория термина. – М.: Изд-во МГОУ, 2006. – 252 с.
3. Богатырев Е.Г. Легенды и были о «королеве». – М.: Физкультура и спорт, 1985. – 160 с.
4. Гринев-Гриневич С.В. Терминоведение: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 304 с.
5. Гущина Е.П. Совершенствование методики обучения юных гимнасток базовым элементам на разновысоких брусьях: дис. ... канд. пед. наук. – СПб., 2002. – 145 с.
6. Какзанова Е.М. Лингвокогнитивные и культурологические особенности научно-математического дискурса: монография / Рос. акад. наук, Ин-т языкознания. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2009. – 162 с.
7. Коженикова И.Г. Русская спортивная лексика: (Структурно-семантическое описание): монография. – Воронеж: Изд-во Воронежского государственного университета, 2002. – 264 с.
8. Корбут О.В. Жила-была девочка... – М.: Молодая гвардия, 1988. – 176 с.
9. Лейчик В.М. Номенклатура – промежуточное звено между терминами и собственными именами // Вопросы терминологии и лингвистической статистики. – Воронеж, 1974. – С. 13–24.
10. Нечаев И.В. Русско-английский спортивный словарь. – М.: Рус. яз. – Медиа, 2006. – 196 с.
11. Плоткин Е.А. По страницам журнала «Интернэшнл джимнастик» // Гимнастика. – М.: Физкультура и спорт. – 1986. – Вып. 1. – С. 58–62.
12. Правила соревнований 2013–2016. Женская спортивная гимнастика [Электронный ресурс] – [https://www.fig-gymnastics.com/publicdir/rules/files/wag/WAG%20CoP%202013-2016%20\(Russian\)%20August%202013.pdf](https://www.fig-gymnastics.com/publicdir/rules/files/wag/WAG%20CoP%202013-2016%20(Russian)%20August%202013.pdf), свободный (проверено 25 июня 2014).
13. Сабиров Ю.А. Русско-английский словарь гимнастических терминов. – М.: Рус. яз., 1988. – 176 с.
14. Терминология спорта. Толковый словарь спортивных терминов. Около 9500 терминов / Сост. Ф.П. Суслов, Д.А. Тышлер. – М.: Спорт Академ Пресс, 2001. – 480 с.
15. Шур М. Прыжок в высоту: учебно-методическое издание. – М.: Терра-Спорт, 2003. – 144 с.

References

1. Absaljamova I.V. *Pokazatel' sorevnovatel'noj nagruzchnosti proizvol'nyh programm figuristok, vystupavshih v chempionate mira 1996 g. Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury*. [Index of competitive loading of free programmes of figure skaters at the world championship of 1996]. 1997. no 2. pp. 22–23.
2. Averbuh, K.Ja. General theory of the term. Moscow, 2006. 252 p.
3. Bogatyrev E.G. *Legendy i byli o «koroleve»* [Legends and true stories about the “queen”]. Moscow, 1985. 160 p.
4. Grinev-Grinevich S.V. *Terminovedenie* [Terminology]. Moscow, 2008. 304 p.
5. Gushchina E.P. *Sovershenstvovanie metodiki obucheniya junyh gimnastok bazovym jelementam na raznovysokih brus'jah*. Developing of the methods of teaching basic elements on uneven bars to young gymnasts. Saint Petersburg, 2002. 145 p.
6. Kazanova E.M. *Lingvokognitivnye i kul'turologicheskie osobennosti nauchno-matematicheskogo diskursa* [Linguocognitive and culturological peculiarities of scientific mathematical discourse]. Moscow, 2009. 162 p.
7. Kozhevnikova I.G. *Russkaja sportivnaja leksika: (Strukturno-semanticheskoe opisanie)* [Russian sport lexis: structural and semantic description]. Voronezh, 2002. 264 p.
8. Korbut O.V. *Zhila-byla devochka...* [There lived a girl...]. Moscow, 1988. 176 p.
9. Lejchik V.M. *Nomenklatura – promezhutocnoe zveno mezhdu terminami i sobstvennymi imenami. Voprosy terminologii i lingvisticheskoy statistiki*. Nomenclature – an intermediary between the terms and the proper names. Problems of terminology and linguistic statistics. Voronezh, 1974. pp. 13–24.
10. Nechaev I.V. Russian-English sport dictionary. Moscow, 2006. 196 p.
11. Plotkin E.A. *Po stranicam zhurnala «Interneshnl dzhimnastik»*. [Looking through the journal «International gymnast». Gymnastics]. Moscow. 1986. Vol. 1. pp. 58–62.
12. Code of Points 2013–2016. Women's artistic gymnastics. Available at [https://www.fig-gymnastics.com/publicdir/rules/files/wag/WAG%20CoP%202013-2016%20\(Russian\)%20August%202013.pdf](https://www.fig-gymnastics.com/publicdir/rules/files/wag/WAG%20CoP%202013-2016%20(Russian)%20August%202013.pdf), (accessed 25 June 2014).
13. Sabirov Ju.A. Russian-English dictionary of gymnastic terms. Moscow, 1988. 176 p.
14. Sport terminology. Monolingual dictionary of sport terms by F.P. Suslov, D.A. Tyshler. Moscow, 2001. 480 p.
15. Shur M. *Pryzhok v vysotu*. [The high jump]. Moscow, 2003. 144 p.

Рецензенты:

Солнышкина М.И., д.фил.н., профессор, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань;

Лутфуллина Г.Ф., д.фил.н., доцент, профессор, Казанский государственный энергетический университет, г. Казань.

Работа поступила в редакцию 28.07.2014.

УДК 821.161.1:821.441.21

**СИМВОЛИЧЕСКИЕ ДЕТАЛИ КАК СРЕДСТВО РЕПРЕЗЕНТАЦИИ
ИМПЛИЦИТНОГО СМЫСЛА В ХУДОЖЕСТВЕННОМ ТЕКСТЕ
(ОПЫТ С. АЛЬ-МОГИ И Л.С. ПЕТРУШЕВСКОЙ)****Хешам Мохаммед Махмуд, Дина Мохаммед Абду***Факультет «Аль-Альсун», Университет «Айн-Шамс», Каир, e-mail: maro5@mail.ru*

В данной статье представлена концепция исследования «межлитературных общностей» в контексте теории межкультурной коммуникации. В представленном научном направлении наиболее перспективными являются проблемы сравнительно-типологического изучения разнонациональных литератур. В статье впервые в российском литературоведении представлен сопоставительный типологический анализ параллельных явлений в арабской (египетской) и русской женской прозах. Статья посвящена исследованию своеобразия функционирования символических деталей в системе создания скрытых смыслов художественного произведения. На примере сборника маленьких рассказов «Дама сновидений» арабской писательницы Сяхар Аль-Моги и рассказа «Младший брат» Людмилы Петрушевской показано, как посредством символики художественной детали создается подтекст, и благодаря этому средству обогащается содержание литературного произведения. В статье анализируется параллельная линия повествования и рассматривается специфика авторской речевой стратегии. Данный анализ осуществляется на знаково-символическом уровне.

Ключевые слова: символика, художественная деталь, имплицитный смысл, подтекст, речевая стратегия, межкультурная коммуникация, женская проза, Л.С. Петрушевская, С. Аль-Моги

**SYMBOLIC DETAILS AS A WAY OF REPRESENTATION
OF THE IMPLICIT MEANING IN LITERARY TEXT
(THE EXAMPLE OF S. AL-MOGI AND L.S. PETRUSHEVSKAYA)****Hesham Mohammed Mahmoud, Dina Mohammed Abdu***Faculty of «Al-Alsun», «Ain-Shams» University, Cairo, e-mail: maro5@mail.ru*

This article introduces the concept study of «cross cultural points of contact» in the context of the theory of intercultural communication. In the present time one of the most promising research fields is typological study of different national literatures. For the first time in russian literature studies we have done in this article comparative typological analysis of parallel phenomena in arabic (egyptian) and russian women's prose. The article observes on the specificity of function of symbolic details to create a hidden meaning in the literary work. On the example of arabic writer S. Al-Mogi's short story collection «The Lady of the Dream» and Ludmila Petrushevskaya's story «The elder brother» we show, how symbolic details can create a subtext, and thus enrich the content of a literary work. We have also analyzed the parallel narrative and the specificity of authors writing strategies. This analysis is carried out on the sign-symbolic level.

Keywords: symbolism, literary detail, implicit meaning, subtext, writing strategy, intercultural communications, female prose, L.S. Petrushevskaya, S. Al-Mogi

В настоящее время лингвокультурологические исследования приобретают все большее значение и становятся неотъемлемой составляющей мирового литературного процесса. Сопоставление творчества современных русских и арабских писателей является одним из плодотворных направлений в этой сфере. Мы полагаем, что «женская проза» наиболее показательна для сравнительного анализа. Следует отметить, что данное исследование относится к такой форме межкультурного процесса, известного как «типологические схождения», где целью является изучение типологической близости поэтики двух или более авторов слова [1: 40]. В сборнике рассказов «Дама сновидений» арабской писательницы С. Аль-Моги и рассказе «Младший брат» Л. Петрушевской наиболее ярко проявляется немало точек соприкосновения не только с тематической, но и со стилистической точки зрения – в частности, роль символики и художественной детали в структуре повествования.

Существует обоснованное мнение, что «литературное произведение – это совокупность большого числа элементов, неразрывно связанных между собой. Иногда достаточно проанализировать один из элементов текста, чтобы понять характерные особенности всего произведения» [5: 33]. Пожалуй, одним из наиболее многозначных элементов текста, важных для смыслообразования, является художественная деталь. Будучи, чаще всего символической, она оказывается сюжетно значимой. Е.С. Добин справедливо замечает, что «деталь становится стержнем психологической характеристики и даже хода событий» [2: 86]. Это суждение критика вполне относится к творчеству Л. Петрушевской и Сяхар Аль-Моги¹.

¹ Сяхар Аль-Моги (род. 1963) – современная арабская (египетская) писательница. Пишет (на арабском языке) рассказы, романы и публицистические статьи. В 1999 г. совместно с группой писательниц создала женскую писательскую мастерскую под названием «Группа: я и есть рассказ».

Центральное место в произведениях С. Аль-Моги занимает женская тема. Арабская писательница откровенно демонстрирует свой интерес к проблемам женского существования, описывает женские характеры и судьбы. Для ее творчества характерна «лирика рода», а не «лирика личности». Каждый из женских образов в ее произведениях говорит не только за самое себя, но и за великое множество женщин. Творчество С. Аль-Моги относится ко «второй волне» арабской женской прозы XX в., где акцент делается не на основных вопросах эмансипации женщины, как это было в произведениях писателей начала века [3], а в ее произведениях выведен особый тип женщины, воплощающей драматизм своей эпохи. Как правило, это чувствующие и ранимые натуры, живущие в тяжелых психологических условиях. Это образ женщины, которая страдает от своей невостремленности, от равнодушия мужа и переживает конфликт с существующими традициями. В творчестве С. Аль-Моги постоянно звучит мотив столкновения мечты и реального быта как закономерное следствие мотива одиночества и отчужденности. Разлад мечты и действительности заставляет героиню Аль-Моги вырваться из этого замкнутого круга. Однако бегство почти невозможно. Поэтому героини вынуждены жить в придуманном иллюзорном мире. Наверное, этим и объясняется то, что почти все произведения Аль-Моги окрашены неким мистическим колоритом. В мистике, по мнению писательницы, раскрывается внутренний мир человека. Прозу Аль-Моги можно охарактеризовать как «поэтику женской души». Работы писательницы в основном пронизаны тонким психологизмом и иногда угадываются автобиографические нотки. В произведениях Аль-Моги также уделено немало внимания и вопросу способности женщины к созиданию. Здесь женщина нередко представляется как создатель или как субъект творчества. Прозе Аль-Моги свойственна размеренная, спокойная манера повествования. Ее язык прост, стиль прозрачен и ясен.

Цикл ее рассказов «Дама сновидений» вполне можно охарактеризовать как «рассказы-мысли». Это коротенькие, беглые зарисовки, почти не имеющие сюжета, ясные по своей целенаправленности, с довольно

определенной сентиментальной окраской. Она пишет, казалось бы, о мелочах жизни, но в этих мелочах отражаются многие важные стороны положения арабской женщины. Ее рассказ заставляет прийти от частного, на первый взгляд незначительного, факта к серьезным фактам. Особенной заслугой С. Аль-Моги является психологическая разработка этой темы. Ее манера письма, в частности функционирование символической детали, откровенно гендерно ориентирована. Описывая вещный мир героинь, их быт, пространство дома, писательница стремится обозначить женское бытовое мировидение и в целом женское восприятие мира [7].

В вышеуказанном цикле в главе под названием «Лебедь мечты» героиня в состоянии душевного упадка и отчужденности направляется к зеркалу, которое писательница использует, чтобы раскрыть сущность женской натуры и ее внутренний мир: «Увидев в зеркале отражение своего черного платья, повешенного за шею на вешалке, она впервые замечает чуждость этого савана» [6: 34]. Следует отметить, что «зеркало» является одним из предпочитаемых писательницей лексических единиц ввиду разнообразия его смысловых оттенков, таких как «ясный», «явный», «открытый» вплоть до «разбитый», «треснувший». Аль-Моги использует «зеркало» как лексический инструмент повествования, преподнося его в качестве прототипа женской сущности. В приведенной выше цитате мы видим символический образ «зеркала», которое отражает реальное положение вещей, скрывающееся за завесой повседневной рутины и обыденности. Героиня как бы сливается с зеркалом в единое целое. Да и зеркало перевоплощается в саму героиню в ее новом облике, в котором она, как женщина, может преподнести вещи с другой точки зрения и перестроить свое отношение к ним. Героиня впервые видит принадлежащие ей вещи по-новому, взглядом, связывающим между собой жизнь и смерть, одежду и саван. Это передает мысль о том, что жизнь женщины – это «образная» смерть, что воля женщины ограничена, она лишена живости, и ее сущность окружена похоронными обрядами. У платья, оказывается, есть шея, что позволяет автору преподнести платье, как воплощение ее же хозяйки. Само платье «повешено за шею», что прямо указывает на процесс казни и смерть. «Повешенное платье», как отражает его зеркало героини, с одной стороны, раскрывает социальную реальность для героини, а именно ограничение женщины во внешнем виде, стиле одежды, а с другой, раскрывает жизненную

В ее произведениях особое внимание уделяется гендерным проблемам и стремлению изменить стереотипные мнения о женщине. Ей созданы рассказы «Дама сновидений», «Маленькие боги», романы «Дария» и «Нунь». С. Аль-Моги – лауреат премии «женский клуб Шарджы» (1999) и международной премии им. К. Кавафиса (2007).

реальность – поджидающую женщину «образную смерть». Для этой цели удачно выбран черный цвет. Будучи символом печали и траура, он точно передает эти значения. Получается, что в сознании героини платье превращается в саван, и в связи с этим он оказывается ей чуждым: «она впервые замечает чуждость этого савана». Здесь «свое» мыслится как «чужое».

Для раскрытия психологии переживающей кризис женщины С. Аль-Моги прибегает к использованию в качестве символических деталей предметов быта: «На тумбочке, рядом с отколотым у края абажуром, неподвижно лежат тела книг» [6: 30], «На пыльном комод лежало золотое кольцо» [6: 123], «Ее туловище неподвижно лежит на буковой кровати» [6: 35], «Между желанием и действием лежит бездонная пропасть безразличия» [6: 35]. Заметим, что автор использует глагол «лежит» в негативном контексте, в значении «ожидания». Будто она хочет показать, что этот глагол отражает взгляд женщины на саму себя и на ее осознание того, что не свершилось еще с ней того настоящего, к которому она стремится, и что она все еще пребывает в состоянии ожидания. Эта внутренняя самооценка женщины отражается на ее видении окружающих предметов. Так, «лежащее» золотое кольцо придает негативный оттенок супружеским отношениям героини так, будто автор тем самым дает понять, что замужество не стало для женщины новой жизнью, новым рождением. Подобная негативная окраска выражается порой и в таких отрицательных явлениях, как «смерть», на что указывает оборот «тела книг». Несмотря на то, что книги обладают определенной информационной ценностью, ценность эта целиком и полностью зависит от окружающих, от тех, кто ее раскрывает и изучает. Точно таким же образом женщина может быть подвергнута «образной смерти», если ей не найдется места в общественной жизни. Последняя из приведенных выше цитат содержит в себе глубокий философский смысл: «Между желанием и действием лежит бездонная пропасть безразличия». Мы полагаем, что здесь под «действием» подразумевается стремление женщины к «новому рождению», а под «желанием» – состояние ожидания. Расстояние же между ними – это и есть состояние «безразличия», причиной которого является душевный и социальный кризис женщины.

То, как женщина видит окружающие предметы, является отражением ее оценки своего внутреннего мира. В цикле выстраивается целая цепочка знаков и возрастает роль символики: «Вывешенные на стенах

комнаты картины тусклые, их грани размыты (...) Кучи одежды валяются уже несколько дней (...) Треснувшее медное зеркало стоит на комод. Пустая баночка из-под крема. Катушки со спутанными нитками разных цветов. И слой покрывающей ее чувства пыли (...) На тумбочке, рядом с отколотым у края абажуром, неподвижно лежат тела книг» [6: 46]. Данный отрывок является живым воплощением внутреннего мира женщины. Тусклые картины, размытые грани, пустая баночка из-под крема, треснувшее зеркало, спутанные нити – все это бросает тень на личность женщины. С. Аль-Моги использует предметы, имеющие отношение к домашнему быту и, в первую очередь, к женщине, чтобы описать собственно ее внутренний мир. Так, небубенная одежда олицетворяет ее психологию, треснувшее зеркало отражает ее состояние, треснувший абажур – ее личность, тонкий слой пыли, покрывающий ее чувства – правдивое отображение потерявшей свою жизненную силу личности. Не случайно, что одна из глав цикла рассказов носит название «Вся эта пыль!». Глубоко символично и само название цикла «Дама сновидений». Здесь слышна трагическая нота, вызванной роковым несовпадением мира мечты и реальности. И смысл таков: женщина может почувствовать себя полноправной женщиной, «дамой» только «во сне», в мире мечты.

В главе «Рассветное одевание» перед нами пример женщины, живущей ради других. Примечательно, что героиня не является независимой личностью, несмотря на то, что зовут её «Зэт» (с арабского «личность»). Идея противоречия между внутренними стремлениями человека и вынужденными его действиями проявляется здесь через символику имени героини. Обитает она в таких социальных условиях, которые вынуждают ее жить в рамках других личностей. Мы видим, что она находится в постоянном поиске: «Зэт всегда ответственно и старательно выполняла свои обязательства, никогда ей это не надоедало, она никогда не жаловалась на недомогание или болезнь или же на то, что, возможно, является помехой в ее жизни (...) Навязчивое желание искать в доме какую-то потерянную вещь: а какую именно, она не знает. А-а! Может это потерявшаяся месяц назад ручка Parker, за которую ее муж сильно отругал детей? Но даже после того, как она находит ручку, навязчивое желание продолжить поиски не исчезает... Чего же она ищет?» [6: 29].

Заметим, что занимая себя поиском завалявшихся по углам дома мелочей, героиня на самом деле ищет нечто более важное,

бесспорно не представляющее материальной ценности, а напротив, ищет нечто духовное на фоне своего второстепенного положения в семье. Она чувствует отчужденность даже несмотря на то, что находится среди своих домочадцев. Она чувствует себя в мире другого человека, проживает свою жизнь, замкнувшись в своей так и не состоявшейся личности, оставаясь пленницей мысли о поиске чего-то потерянного внутри самой же себя.

В другой главе под названием «Гладкие стены» в очередной раз заявляет о себе символика, в том числе и само заглавие главы. Читаем: «Когда ее тело неудобно располагалось в окружении стен, она не нашла иного выхода кроме как выбраться оттуда (...) Принялась отталкиваться от стен ногами (...) Ее приняли большие холодные руки и передали ее в еще более холодную металлическую каталку для новорожденных (металлическая кювеза), после чего на ней сомкнулись большие грубые руки и темные бетонные стены, что создало еще большую тесноту по сравнению с той что была в гладких стенах. Будет ли польза от ее крика?» [6: 64].

Здесь С. Аль-Моги использует образ ребенка в утробе матери и его последующее появление на свет как символический образ, показывающий положение женщины в обществе. «Стены» олицетворяют созданные обществом традиции и навязанные им же изолированность женщины и ее замкнутость. «Попытка выбраться» – это попытка женщины родиться заново, но это новое рождение не становится для нее долгожданной свободой – она попадает в «большие грубые руки» – образ мужчины, ее супруга. Ее судьба неразрывно связана с ним в «бетонных стенах» – образ дома, жилища, в котором женщина не реализует себя в полной мере. И даже ее крик, что является наиболее ярким проявлением эмоций с помощью голоса, никаким образом, по мнению автора, не повлияет на сложившееся положение. Мысль такова – попытки женщины реализовать себя до сих пор еще не увенчались успехом.

Однако на фоне этой мрачной картины С. Аль-Моги, тем не менее считает, что женщина, окруженная в своей обыденности различного рода ограничениями, надеется все же на новое рождение, в котором с ней рядом был бы мужчина: «Между приливами боли и немощи (...) Луч зари расколол небесное чрево» [6: 38]. Здесь мы видим, что природа приобретает человеческий облик, небо превращается в «существо с женской сущностью», покоряясь «мужчине»-рассвету, для того чтобы дать жизнь мечте в новых отношениях между ними.

Проза С. Аль-Моги имеет немало сходства с творчеством Л. Петрушевской. Это позволяет найти общие для обеих писательниц определения. Помимо того, что проблематика в их произведениях так или иначе связана с женской судьбой, общим для прозаиков является и обращение к символике художественной детали – она широко используется у С. Аль-Моги и часто применяется в произведениях Л. Петрушевской как один из главных художественных способов воплощения своих творческих идей. На последующих страницах проиллюстрируем этот тезис, анализируя рассказ Л. Петрушевской «Младший брат».

Своеобразное восприятие взаимоотношений между членами семьи характерно и для произведений Л. Петрушевской. В основе сюжета рассказа «Младший брат» лежат личные отношения между матерью и сыном. В центре повествования героиня по имени Диана и ее двое детей: «старшая дочь – старуха под пятьдесят» [4: 113] и двадцатипятилетний сын.

Уже на первых страницах рассказа дается характеристика героини как деятельной, энергичной женщины. Мать по профессии переводчица-синхронистка. Она вся «в беготне и хлопотах» [4: 114]. При анализе данного рассказа первое, что бросается в глаза, это его название. Если в центре повествования – героиня, у которой двое детей и нет никакого брата, то почему рассказ называется «Младший брат», а не «Младший сын»? Ответ на этот вопрос будет чуть позже.

Обращает на себя внимание имя героини – Диана. Известно, что один из важных приемов характеристики персонажа – точный выбор имени героя. Полагаем, что в имени героини рассказа кроется ключ к пониманию ее характера. Диана – имя древнеримского происхождения. Дианой римляне звали деву-охотницу, жившую среди дикой природы и животных. Примечательно, что устойчивая характеристика личности героини в рассказе «львица» также связана с миром диких животных: «толстая баба с загривком мощной львицы» [4: 113], «лохматая золотая грива» [4: 113], «крупная, с коротко стриженной гривой вот именно как у львицы» [4: 114], «выглядела светской львицей» [4: 114], «безукоризненность пожилой львицы» [4: 115], «болезнь старых львиц» [4: 117], «топала на своих толстых львиных лапах» [4: 117].

Интересно, что сравнение, повторяющееся в рассказе семь раз, превращается в символический знак. Через образ «львицы» характеризуются не только внешние черты, но и внутренняя сущность героини. Прежде всего, ее отношения к сыну.

Мать со своей инстинктивной любовью к сыну, заложенной в нее самой природой, посвящает всю свою жизнь сыну Владiku. Тем не менее своей энергией и сильным характером она подавляет сына, который в отношениях с матерью – фигура ведомая, «без признаков воли» [4: 114], а она в его глазах просто «тиранка» [4: 124]. Он подчинялся ей как «раб» «тирану». В результате между матерью и сыном давно утрачены по-настоящему родственные связи.

На характер отношений между матерью и сыном указывает и само имя «Владик». Обратим внимание на то, что сына с начала рассказа до конца называют сокращенным, уменьшительно-ласкательным именем, даже тогда, когда он уже стал мужчиной в возрасте 25 лет. Читатель не знает его полного имени. Насколько нам известно, в России не принято называть 25-летнего мужчину «Владиком», это выглядит очень по-детски. Сокращенная взрослая форма для такого имени – «Влад». А «Владик» с уменьшительным суффиксом – имя для ребенка. Л. Петрушевская – тонкий стилист. Она делает это намеренно, чтобы подчеркнуть несамостоятельность сына и его инфантильность.

Еще можно заметить, как с помощью имен Л. Петрушевская подчеркивает разницу между семьей матери и сына и семьей дочери – сестры Владика. В рассказе говорится о том, что мать считает брак дочери неравным, что их семья хорошая, образованная, они знают иностранные языки, а «дочь привела в дом квартиранта так называемого, поселенца, совершенно не ровню себе» [4: 115] и это подчеркивается с помощью имен. Мать Диана, сын Владик (скорее всего, сокращенное от «Владислав»), оба имени красивые, заимствованные из иностранных языков, аристократичные (принцесса Диана, граф Влад Цепеш), а муж сестры – Вася, это одно из самых простых, народных русских имен. Первые ассоциации с этим именем у русских – «простачок, деревенский дурачок, пьющий, необразованный».

Болезнь матери становится сущностно важным действием произведения, заставляющим сына пройти путь от замкнутости в себе к пробуждению чувства ответственности, к «приобретенной мудрости» [4: 124]. Из «ведомого» он становится «ведущим».

Теперь Владик новыми глазами смотрит на мать. Роль «младшего сына», находящегося «в плену» у собственной матери, он меняет на роль «младшего брата» «матери-сестры». Полагаем, что именно в связи с этим рассказ называется «Младший брат», а не «Младший сын».

Л. Петрушевская – мастер слова, знающий детали своего искусства. У писа-

тельницы художественная деталь играет важную роль в раскрытии идеи произведения. В данном рассказе большую символическую смысловую нагрузку несет образ «чайника», стоявший в спальне матери. Заметим, что через изменение функций данного прозаического элемента Л. Петрушевская сумела выразить эволюцию героя.

В начале рассказа мы видим, что «чайник» представлял собой нечто почти одушевленное, причем с ярко выраженной негативной окраской: «страшный чайник, орудие пытки – из него мать по утрам поливала Владика» [4: 122]. А теперь он стоял перед Владиком «совершенно беззащитный» [4: 123]. Поэтому понятно, почему после болезни матери Владик спешит осуществить давно задуманное: «уничтожить, выкинуть, растоптать этот чайник» [4: 123], который воспринимается им только как «орудие пытки».

Однако мы видим, что это «орудие пытки» неожиданно превращается в средство выражения эволюции отношений героев, средство возвращения «жизни» к отношениям между матерью и сыном. Владик поднес носик чайника к распахнутому рту матери и увидел, что «этот рот иссох как пещера, язык лежал темный и какой-то грязный (...). Он всунул носик чайника (...) и щедро полил, как поливают засохший цветок в горшке» [4: 123].

Превращение отношений Владика к матери от разобщенности, от эгоистического равнодушия к родственной близости уникальным образом выражено в рассказе Л. Петрушевской и при помощи стилистической окраски. Мы видим, что Владик «обтер тело своей *матушки* (выделено нами – Х.М., Д.А.) этой приятно пахнущей дорогой смесью» [4: 125], и это было «уже чисто его (...) знание, его приобретенная мудрость» [4: 124]. Обращает на себя внимание выделенное нами в предыдущей цитате слово «матушка». Это теплое, родное слово приходит на смену обычному слову «мать». Кроме этого Л. Петрушевская удачно использует местоимение «своя», через которое не только передается, но и усиливается интимность. В начале ее болезни Владик так называл мать: «всегда настаивала на том, чтобы Владик пил только свежую водичку, *тиранка*» [4: 124]. А через три дня после болезни: «Мать лежала чистенькая, *красавица*, в кружевной рубашке под красивым пододеяльником: куколка!» [4: 126] (выделено нами – Х.М., Д.А.). Изменение оценок Владика ярко проявляет его отношение к матери: «Владик поздно ночью позвонил сестре и сказал: – Ты знаешь, *мы* умеем пить. Поздравь *нас*. Она тянет

прямо губами из носика». [4: 126] (выделено нами – Х.М., Д.А.). Здесь заметим, что формы личных местоимений («мы», «нас») свидетельствует о высшей степени родственной близости – о душевной гармонии, о слиянии их душ.

Столько советов услышал Владик от матери, пока он находился под ее господством. Столько исправлений в характере она от него потребовала, а Владик остался «глух» ко всему. В рассказе Л. Петрушевской показаны перемены, которые произошли с Владиком в момент «душевного слияния» с матерью. Сыну передается энергия матери. Причем не отрицательная энергия «львицы», а положительная энергия «матушки»: «Владик действовал как часы, успел в дежурную аптеку, все купил» [4: 126]. Перемены происходят в кругу близких и друзей. Владик с сестрой помирились, с коллегами по работе «его окружили женщины и хором давали советы» [4: 126]. Теперь замкнутость уступает место родству с миром.

Творчество Л. Петрушевской является лучшим доказательством того, что художественная деталь придает содержанию повествования особую глубину и богатство. В рассказе «Младший брат» образ «телефона» имеет символическое наполнение. Однако смысловая глубина этого образа открывается не сразу.

В начале рассказа телефон Владика «был отключен» [4: 120], что вполне соответствует психологическому состоянию замкнутого в себе человека, желающего отделяться от других. Болезнь матери заставляет Владика сделать первые шаги на пути восстановления связи с окружающим миром: «Владик включил телефон, решив позвонить материному знакомому врачу-психиатру, не даст ли он бюллетень по психастении, как обычно просила мать, если Владика не удавалось поднять никакими силами или если она сама лежала больная» [4: 118].

Примечательно, что в конце рассказа телефон Владика опять отключен. Однако данное отключение телефона воспринимается совсем по-другому. Услышав слова сестры о том, что маму надо отдать в больницу и что освобождается место в неврологии, «у Владика от гнева зашумело в голове:

– Да зачем, – сказал Владик, – я не отдам ее, ты что. В больницу еще. И он быстро положил трубку и выключил телефон» [4: 126].

Отключенный вновь Владиком телефон далеко не означает его возвращение в замкнутый круг. В этом круге он уже не один. Это уже не круг замкнутости, а круг единения, единение с родным человеком, с которым он впервые осознает себя заботливым и ответственным. Человек, с которым он

сознает себя не «младшим сыном», а «младшим братом».

Тем не менее символика в анализируемом рассказе не ограничивается только этим. В русском общественном сознании «воскресенье» как день недели имеет тесную связь со словом «воскресение», которое означает возрождение, обновление. С другой стороны, в русском воскресенье, согласно христианскому преданию, закреплена память о дне Воскресения Христова.

Примечательно, что в рассказе процесс возрождения и обретения новой жизни, которому подвергается Владик, начинается в субботу, а результаты проявляются уже в воскресенье. Таким образом, воскресенье становится не только символом нового рождения, но и гранью между двумя «жизнями» Владика, противостоящими друг другу. Первая жизнь – более, чем десять лет обид и отсутствия взаимопонимания. А новая жизнь только начинается и в ней Владик ощущает себя «новым существом»: «Какой-то нарождается новый человек, размышлял Владик, даже усмехнулся. Он с интересом ждал проявлений этого нового (...) существа, которое пока что в нем дремало, подавленное с восьмого класса» [4: 122].

Следует отметить, что образ главной героини представлен хотя и довольно ярко, но однобоко. Нам кажется, что вся трагедия Дианы заключается в том, что муж был для нее просто «подлец» [4: 113]. Диана не могла уважать и, естественно, любить мужа, который «паразит на шее» [4: 115], лишен чувства ответственности: «много лет не давал ничего на хозяйство и не платил за квартиру» [4: 116], и «никогда его не заставишь вбить гвоздь или поменять лампочку» [4: 115]. С таким мужем она только могла чувствовать себя одиноким человеком, живущим без всякой надежды на любовь и счастье. Это была женщина, у которой «семейная жизнь тлела» [4: 116].

Неудачный брак кончается уходом мужа из семьи, причем к ее подруге Гале, Диана мать умирает, отношения с дочерью ограничиваются лишь редкими телефонными звонками – все это трудно было пережить, все это сделало груз одиночества невыносимым.

Диана посвящает всю свою жизнь Владiku. В своей инстинктивной любви к нему она нашла себе замену всему этому: «у нее был только сын (...) Ради него она держала марку, одевалась, бегала на педикюр-маникюр, к лучшему парикмахеру Вадиму, у нее везде были друзья, все ради сына» [4: 115]. Владик для нее «младший сын-поскребыш, последняя удача в жизни, единственная любовь и счастье» [4: 113].

Да, Диана любила своего сына. Но она весьма сдержана в проявлении чувств. В рассказе она предстает перед читателем как «тиранка», которая вела постоянную борьбу с сыном (в рассказе слово «борьба» повторяется пять раз в одном только абзаце из всего шести строчек). Эта борьба заканчивалась, как правило, неизменной «полной победой матери» [4: 114]. Однако логично было бы думать, что «борьба», которую мать вела с сыном «больше десяти лет» [4: 114], была направлена на то, чтобы трагедия матери с мужем больше не повторилась, чтобы сделать из него ответственного человека и достойного мужчину.

Действительно, старания Дианы не прошли даром. Она заставила Владика закончить школу, институт. Благодаря ей «Владик в своей аспирантуре шел напрямую к защите диссертации и к стажировке в Англии» [4: 117].

Символичен и открытый финал рассказа. Такая концовка заставляет читателя задаться вопросом и самому думать над ответом: способен ли Владик оставить этот жестокий опыт за чертой «воскресенья» и сохранить отношения с матерью, в которых он уже ощущает душевную близость?

Исходя из сказанного, можно сделать следующие выводы: современная арабская «женская проза» развивается параллельно русской. Проблемы, затронутые С. Аль-Моги, в той или иной степени сходны с проблемами, обозначенными Л. Петрушевской. Среди разнообразных творческих решений в «женском тексте» обеих писательниц бросается в глаза роль символики художественной детали (деталь-символ). Она занимает особое место в их речевой стратегии. Раскрывая художественное целое в анализируемых выше произведениях двух авторов, деталь бывает портретной, предметной и психологической. Каждая из них несет смысловую и эмоциональную нагрузку.

Список литературы

1. Аминев В.Р. Теоретические основы сравнительного и сопоставительного литературоведения: учеб. пособие. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2014. – 105 с.
2. Добин Е.С. Сюжет и действительность. Искусство детали. – Л.: Советский писатель, 1981. – 432 с.
3. Древетник Е.В. Египетская проза XX века как отражение процесса эмансипации арабской женщины // Ученые

записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Филология. Социальные коммуникации». – 2012. – Т. 25 (64), № 2. – С. 128–133.

4. Людмила Петрушевская. Младший брат // Дом девушек. Рассказы и повести. – М.: Вагриус, 1999. – С. 113–126.

5. Мамедова П.И. Специфика создания художественного времени и пространства в прозе Л. Улицкой // Вестник РУДН. Серия: Литературоведение. Журналистика. – 2010. – № 4. – М.: Изд-во РУДН. – С. 33–41.

6. سحر الموجي. سيدة المنام. القاهرة. دار شقيقات. 133 ص

7. محمد بريري تأويل أحلام "سيدة المنام" (قراءة في مجموعة سحر الموجي) // أدب ونقد. عدد 165. القاهرة. مايو 1999. ص 123-133

References

1. Amineva V.R. Teoreticheskie osnovy sravnitel'nogo i sopostavitel'nogo literaturovedeniya [Theoretical Foundations of comparative literary studies]. Kazan, Kaz.Univ. Publ., 2014. 105 p.

2. Dobin E.S. Syuzhet i deystvitel'nost. Iskusstvo detali [The plot and the reality. The art of detail]. Leningrad, Sovetskii pisatel' Publ., 1981. 432 p.

3. Drevetnyak E.V. Egipetskaya proza XX veka kak otrazhenie protsessa emansipatsii arabskoi zhenscheny [Egyptian prose XX Century as a reflection of Arab women emancipation] // Uchenye zapiski Tavricheskovo natsionalnogo universiteta im. V.I. Vernadskovo. Seriya «Filologiya. Sotsialnye kommunikatsii» [Scientific papers of Tavrida National V.I. Vernadsky University. Series: «Philology. Social communications»]. 2012. Vol. 25 (64), no. 2. pp. 128–133.

4. Lyudmila Petrushevskaya. Mladshii brat // Dom devushek. Rasskazy i povesti [Lyudmila Petrushevskaya. The younger brother // The house of girls. Stories and novels]. M.: Vagrius Publ. 1999. pp. 113–126.

5. Mamedova P.I. Spetsifika sozdaniya khudozhestvennogo vremeni i prostranstva v proze L. Ulitskoi [Specificity of literary time and space presentation in L. Ulitskaya's prose] // Vestnik RUDN. Seriya: Literaturovedenie. Zhurnalistsika [Herald of Peoples' Friendship University of Russia. Series: «Literature studies. Journalism»]. 2010. no. 4. M.: Peoples' Friendship Univ. Publ. pp. 33–41.

6. Sahar Al-Mogi. Sayedatel-manam. Al-Kahira. Dar Sharkiyat. 1998. 133 p. [Sahar Al-Mogi. The lady of the dreams. Cairo. Dar Sharkiyat Publ. 1998. 133 p.]

7. Mohammed Bariri. Ta' wil ahlam «Sayedatel-manam» (kiraa fi majmoat Sahar Al-Mogi) // Adab wa nakd. no. 165. Al-Kahira. Maiu 1999. pp. 123–133 [Mohammed Bariri. Interpretation of dreams «The lady of the dreams» (A vision of S. Al-Mogi's short story collection) // Literature and criticism. no. 165. Cairo. Mai 1999. pp. 123–133.]

Рецензенты:

Скворцов А.Э., д.фил.н., доцент кафедры русской литературы и методики преподавания, ИФиМК КФУ, г. Казань;

Доманский Ю.В., д.фил.н., профессор кафедры теоретической и исторической поэтики РГГУ, г. Москва.

Работа поступила в редакцию 28.07.2014.

УДК 659.44:629.113

ЯЗЫКОВЫЕ СРЕДСТВА СОЗДАНИЯ ОБРАЗА НАРУЧНЫХ ЧАСОВ В РЕКЛАМНОМ ДИСКУРСЕ

Скнарев Д.С.

ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)», Челябинск, e-mail: sknar@list.ru

Автор статьи рассматривает образную систему рекламного дискурса на материале рекламы наручных часов, акцентируя основное внимание на языковых средствах ее создания. Образ визуального коммуникатора выступает одной из основных составляющих композиции рекламного текста наручных часов. По авторскому наблюдению, в рекламе наручных часов также важны традиции, учет опыта работы производителей, место происхождения. Кроме того, в данной рекламной теме очевиден гендерный фактор, влияющий на отбор языковых средств, оформляющих образ товара. Рассмотрев тексты рекламы наручных часов, приходим к выводу о том, что наиболее продуктивными языковыми средствами и приемами, создающими образ товара, являются: имя бренда, термины, тропы (среди которых преобладают эпитет и метафора), фразеологизм. Автор приходит к выводу о том, что в рекламе наручных часов, размещенных в печатных СМИ, важен визуальный образ товара, его дизайнерское воплощение. Вербальный же образ продукта является значимым дополнительным аргументом, оказывающим серьезное влияние на выбор целевой аудитории. Поэтому в идеале в рекламе наручных часов требуется визуально-вербальное (креолизованное) образное представление товара.

Ключевые слова: язык рекламы, система образов рекламного дискурса, рекламный образ, образ наручных часов, рекламный дискурс, языковые средства, рекламный текст

LINGUISTIC MEANS OF CREATION OF WATCH IMAGES IN ADVERTISING DISCOURSE

Sknarev D.S.

South Ural State University (National Research University), Chelyabinsk, e-mail: sknar@list.ru

The author examines the imagery of advertising discourse based on advertisements of wristwatches, focuses on linguistic tools of advertisement creation. Image of the visual communicator acts as the main constituent in the advertising text composition of wristwatches. According to the author, traditions, manufacturers' experience, location of production are important in watches advertising. In addition, obvious gender factor influences the selection of linguistic means forming the image of the goods in the advertising topic. Having looked through the texts of wristwatch advertisements, authors conclude that the most productive linguistic means and techniques which create the image of the goods are brand names, terms, tropes (predominately epithets and metaphors), idioms. The author concludes that visual image of the goods, its design are important in advertising of watches in print media. Verbal image of the goods is a significant additional argument influencing the choice of the target audience. Ideally advertising of wristwatch requires visual-verbal (creolized) figurative representation of the goods.

Keywords: the language of advertising, the imagery of advertising discourse, advertising image, image watches, advertising discourse, linguistic means, advertising text

*Если человек не носит
часы — значит он либо твор-
ческая личность, либо очень
счастлив.*

Реклама многогранна, поскольку представляет собой систему различных образов, непременным условием существования которых является их нацеленность на создание образа рекламируемого товара.

В рамках рекламного дискурса выделяем **образную систему**, поскольку цельный и обстоятельный образ предмета рекламы (товара, услуги, фирмы и др.) создается на базе визуальных (дизайнерских) и вербальных (языковых) компонентов, представленных в композиции рекламного текста [4, 5, 6].

Рассмотрим образную систему рекламного дискурса на материале рекламы наручных часов.

Образ наручных часов — одна из самых популярных рекламных тем, рас-

пространенных в печатных СМИ. Наручные часы являются значимым атрибутом создания имиджа успешных и известных людей, которые носят их для того, чтобы показать окружающим свой **социальный статус** и подчеркнуть высокий уровень дохода [1].

Цель данной статьи — определить роль языковых средств в создании рекламного образа наручных часов.

Материалом для исследования послужили 560 рекламных текстов, размещенных в печатных СМИ (на страницах модных глянцевого журналов «Forbes», «Men's Health», «National Geographic Россия», «Discovery», «Вокруг света», «Geo», «РБК», «GQ Россия», «Psychologies», «Vogue Россия», «Я покупаю — Челябинск», «Smoke Russia», «Elle», «Домашний очаг», «Миссия», «Cosmopolitan», «Коллекция Караван историй», «Maxim», «Esquire», «Collezioni», «Glamour», «Playboy», «Women's Health»).

Образ визуального коммуникатора выступает одной из основных составляющих композиции рекламного текста наручных часов. Чаще всего в качестве посредников привлекаются знаменитые актеры (Ч. Хаматова – «Romanson», Л. ди Каприо – «Tag Heuer», Ш. Терон – «Raymond Weil»), эстрадные артисты и исполнители (А. Нетребко – «Chopard», Д. Билан – «Chronotech»), известные спортсмены (К. Роналду – «Jacob&Co», М. Шарапова – «Tag Heuer Monaco»), эксперты в профессии (журналист Л. Парфенов – «Maurice Lacroix», пилот Том Ричард в рекламе «Breitling», дайвер Уильям Болдуин – «Alpina Genew»).

Человек в рекламе перестает быть просто личностью, носителем определенных индивидуальных черт. Его индивидуальные качества становятся основой для построения обобщенного типического образа, воплощающего конкретные ценностные представления аудитории. Целостность образа позволяет ему функционировать в роли устойчивого эталона восприятия. Так, Д. Бэкхем выбран для «Breitling» как всемирный символ совершенства и настоящий путешественник, Д. Клишина (легкая атлетика) в рекламе «Seiko» – как посвятившая себя совершенству, соединившая в своей личности женственность, элегантность и спортивное мастерство.

Наиболее репрезентательно, на наш взгляд, обращение рекламодателей «Maurice Lacroix» к посредничеству Л. Парфенова. Информационный блок рекламы предваряется заголовком «Следуй своим убеждениям». Затем дается основной текст: «Леонид Парфенов создал свой стиль в журналистике, так как следовал своим убеждениям. Мы, в «Maurice Lacroix», создаем наши уникальные механизмы вручную, потому что, как Л. Парфенов, следуем своим убеждениям». В данном случае наблюдаем логичное для целевой аудитории объяснение выбора коммуникатора. Трижды используемый в небольшом рекламном тексте фразеологизм «следовать своим убеждениям» формирует образ достигнутого успеха в профессии, реализованной жизненной программы и означает «не изменять себе, быть целеустремленным, верить в свои способности, настаивать на своем и добиваться этого». В заголовке данное языковое средство обращено к целевой аудитории и звучит как призыв к действию, инструкция по применению. Использование фразеологизма в первом предложении основного текста дополняет визуальный образ посредника, объясняет причину его успеха в профес-

сии. Во втором предложении акцент сделан на производителях, которые смогли создать уникальные часы, потому что тоже «следовали своим убеждениям». Следовательно, цельный визуально-вербальный образ товара формируется через систему образов, представленную в рекламном тексте: образа целевой аудитории, образа коммуникатора и образа производителя.

Нелогичным и необразительным, на наш взгляд (более того, кощунственным), является обращение к образу Л.Н. Толстого в рекламе часов «Dewitt». В изображении, сопровождающем текст, используется портрет писателя, созданный И. Репиным в Ясной Поляне в августе 1887 года. Подпись к рисунку сообщает: «Приносим свои извинения И. Репину».

Рекламный текст утверждает: «Дерзкая классика. Каждый экземпляр *Dewitt* создается одним мастером-часовщиком и выражает смелый взгляд на классическое часовое искусство» (GQ, ноябрь 2011, № 11).

Возможно, часы *Dewitt* и являются произведением классического часового искусства, но сопоставлять их в рамках рекламного текста с литературными творениями Л.Н. Толстого нет оснований. Наследие великого русского писателя признано сокровищницей мировой литературы, его произведения изучаются в школьной программе. Л.Н. Толстой является глобальным брендом, а о марке часов *Dewitt* немногим известно, а доступна она еще меньшему количеству потребителей. Поэтому мы считаем неуместным использовать образ писателя в рекламе часов. Такие тексты обречены на провал.

По нашим наблюдениям, в рекламе наручных часов также важны традиции, учет опыта работы производителей, место происхождения. В связи с этим частотны указания даты основания фирмы или создания товара. Например, «основан в 1755 году в Женеве» (Vacheron Constantin), «139 лет часового мастерства» (Audemars Piguet), «Флоренция, 1930 г. Соборная площадь, семейный магазин Panerai», «Швейцарские часы с 1853 г. 160 лет. 1853–2013» (Tissot), «180 лет исследований, заключенные в 10 см²» (Jaeger-le-Coultre), «Мастер часового дела с 1695 г.» (Graham), «Сделано в Японии» (Orient), «100 лет успеха» (Seiko) и др.

В данной рекламной теме очевиден гендерный фактор. По нашим наблюдениям, наручные часы преимущественно продвигаются на страницах «мужских» журналов.

Сегодня мужские наручные часы утратили свою значимость как основной ориентир во времени. Теперь это незамени-

мый аксессуар успешных людей, символ надежности, мужественности, уверенности, успешности, состоятельности. Поэтому часы на руке играют такую значительную роль. Правильно оценив часы, можно многое рассказать о характере и стиле жизни владельца, ведь часы давно стали не просто прибором для измерения времени, но и аксессуаром, своего рода показателем престижа и вкуса своего владельца [2].

С женскими часами сложнее и проще одновременно. Любая дама должна иметь несколько часов, подходящих к различным нарядам. Например, корпуса с диаметром в 20 мм брендов Timex, Karen Millen, Gucci или золотые женские часы «Ника» шириной 15 мм. Маленькие часы выглядят на хрупком женском запястье изящным украшением [1].

В связи с этим и в рекламе, адресованной женской целевой аудитории, основной акцент делается на то, что часы – это, прежде всего, ювелирное изделие, украшенное драгоценными камнями. Например, «Мария Шарапова и ее *Monaco* с бриллиантами. Из чего сделан ты?» (Tag Heuer Monaco), «64 бриллианта на обеих сторонах циферблата» (Jaeger-le-Coultré), «Белое золото с бриллиантами (3 кт)» (Van Cleef&Arpels), «захватывающая встреча двух искусств – часового и ювелирного» (Blanc Pain), «488 бриллиантов, хронограф, черное сапфировое стекло» (Dior Christas) и др.

Наиболее ярко данная особенность представлена в рекламе женских часов Chanel J12: «Часы из черной высокотехнологичной керамики и розового золота 18 карат. 46 бриллиантов багетной огранки (≈ 4,4 карата), бриллиантовые индикаторы цифр на циферблате» (Я покупаю – Челябинск, ноябрь 2009, № 11).

Гендерный фактор влияет и на отбор языковых средств, оформляющих образ товара. Для женской рекламы характерен минимум языковых единиц, среди которых заметно преобладание абстрактной лексики и эпитетов. В мужской рекламе частотна терминология и конкретная лексика, позволяющая детализировать описание основных характеристик наручных часов.

Рассмотрим взаимодействие гендерного фактора и языковых средств создания рекламного образа на примере следующих текстов.

«Blancpain. Новаторские традиции. С 1735 года. Захватывающий узор циферблата часов «Leman Tourbillon Grande Date» (мод. 2825A-4963-55B) создает визуальный эффект парящей в воздухе каретки «летающего» турбийона. Этот сложный механизм обрамлен сверкающим радиаль-

ным рисунком из 194 бриллиантов, закрепленных по запатентованной технологии Blancpain. В этом великолепном творении запечатлена захватывающая встреча двух высоких искусств – часового и ювелирного» (реклама Blancpain, Vogue Россия, декабрь 2007).

«Adriatica. Swiss made watches. Коллекция Aviation. Кварцевый хронограф A1088CH, механизм Ronda 5030 (Швейцария), закаленное минеральное стекло, водозащита 5 ATM; дата, диаметр корпуса 46 мм, гарантийный срок обслуживания 24 месяца, РРЦ 14900 рублей» (реклама Adriatica, Вокруг света, март 2014, № 3).

В первом тексте очевидно обращение к эмоциональным мотивам, отсюда присутствие эпитетов «захватывающий», «сверкающим», «летающего», «великолепное», «высоких» и абстрактных слов «творение», «искусств», «традиции», создающих заманчиво-притягательный образ женских наручных часов.

Во втором тексте отмечаем присутствие соответствующей терминологии и конкретных слов, позволяющих дать точное представление о функциях мужских наручных часов.

Обратимся к языковым средствам создания образа наручных часов в рекламном дискурсе.

Во-первых, в качестве основного средства создания образа **выступает имя бренда (бренд-нейм)**, активно используемое в элементах композиции рекламного обращения: заголовках, основном тексте (информационном блоке), эхо-фразах, слоганах. Например, *Swatch, Tissot, Frederique Constant, Omega, Rolex, Piaget, Cover* и др.

Во-вторых, перечисление всевозможных функций часового механизма услуг активно реализуется в рекламе через термины-слова, термины-словосочетания, выступающие эффективным языковым средством создания образа продукта. Например, *индикатор день/ночь, механизм с автоподзаводом, индикация фаз Луны, лимитированная модель, водонепроницаемость, ультратонкий минутный репетир, гидроскопический модуль* и т.д.

В-третьих, в рекламных текстах наручных часов частотно **использование различных тропов**, среди которых наиболее употребительны:

а) **эпитеты** (Энергичный и точный. Именно ты ... (Certina), всегда видимый (Luminox), загадочный двойной турбийон (Cartier), уникальная модель, выполненная в классическом стиле и оборудованная революционным механизмом, обеспечивающим 80 часов непрерывной работы

(Tissot), культовые часы (Breitling), просто идеальные часы для спорта высочайшего уровня (Seiko) и др.;

б) **метафора** (идеальная тонкость (Piaget), окно в достижение 139 лет часового мастерства (Audemars Piguet), высший эталон надежности и точности (Breitling), посвящение совершенству (Seiko), торжество элегантности (Baume & Mercier), стремление к совершенству (Rolex), прекрасное сочетание спортивного характера, элегантности и внимания к каждой детали (Armand Nikolet Tramelan), гармония классических цветов и чистых линий. Воплощение датского индустриального дизайна (Skagen Denmark) и др.

Наиболее ярко развернутые метафоры создают образ наручных часов в рекламе Armand Nikolet Tramelan: «Классическая мужская коллекция. Прекрасный пример фантастического результата слияния итальянского дизайна и шарма с швейцарским вниманием к деталям и точности. Часы представляют собой удивительное сочетание привлекательности классики, гладких линий и технологий» (Men's Health, июнь 2013).

Также отмечаем случаи использования в рекламе наручных часов сравнений (модель часов... так же впечатляюща и вечна, как и сама Луна (*Frederique Constant*)) и олицетворений (там, где элегантность встречается с мастерством (Seiko Sportura)), время и пространство объединились в этих уникальных часах (Seiko), время обретает форму (Hamilton) и др.).

В-четвертых, в рекламе встречаются различного рода **повторы**: Самые тонкие часы с автоподзаводом в мире. Самый тонкий механизм с автоподзаводом в мире (Piaget), Добро пожаловать в наш мир! Добро пожаловать в мир Breitling! (Breitling), настоящие часы для настоящих людей (Oris), зачем быть точным, если можно быть самым точным (Jaeger-le-Coultre) и др.

В-пятых, ярким экспрессивным средством создания рекламного образа назовем **перифраз** (у). В основном описательные обороты употребляются в тексте для называния места происхождения бренда: «Там, где Микеланджело изучал пространство, а Галилео – время, был рожден *Panerai*» («Panerai», Италия, Флоренция), «Основана в 1755 г. на острове в Женевском озере. И по сей день находится там» («Vacheron Constantin», Швейцария).

Наиболее ярким и самым продуктивным средством создания рекламного образа наручных часов, на наш взгляд, являются **фразеологизмы** (ощутите вместе с нами связь времен (Urwerk), следуй за

своей звездой (Zenith), быть особенным каждую секунду (Maurice Lacroix), всегда в цель! (Hanowa), существуя в собственном микрокосме, миниатюрные компоненты механических часов пульсируют в унисон с ритмом наших жизней и сопровождают нас в самых смелых начинаниях человечества (Omega), преображая время (Harry Winston), творить историю каждый день (Taq Heuer), твоя власть над стихией (Rolex) и др.

Рассмотрим случаи использования фразеологизмов в тексте рекламы наручных часов: Положите начало собственной традиции. Часы Patec Philippe служат не только Вам: с ними Вы передаете свой неповторимый стиль следующему поколению (Patec Philippe, Forbes, № 5 (122), 2014).

Положить начало собственной традиции – «стоять у истоков чего-л., быть родоначальником в основании обычаев, семейных традиций, обрядов, отношений к образу жизни, взглядов и пр.».

Передавать свой (какой) стиль (кому) – «делиться с кем-л. накопленным опытом, уникальными знаниями, умениями и навыками, приобретенными личностью в какой-либо области».

Следующее поколение – «те, кто приобретает накопленный опыт других; кто будет продолжать какие-либо традиции».

Таким образом, рассмотрев тексты рекламы наручных часов, приходим к выводу о том, что наиболее продуктивными языковыми средствами и приемами, создающими образ товара, являются: имя бренда, термины, такие тропы, как эпитет и метафора (с преобладанием последней), фразеологизмы. Данные языковые средства и приемы обладают широкими возможностями точной передачи содержания маркетинговой информации, характеристики бренда, а также высокой степенью воздействия на адресата.

Наручные часы уже давно стали неотъемлемым атрибутом многих людей. Они не только дополняют стиль человека, но и акцентируют внимание на его статусе [3]. Как известно, большинство покупателей выбирают часы по их внешнему виду, как аксессуар к той или иной одежде, поэтому в рекламе наручных часов, размещенных в печатных СМИ, важен визуальный образ товара, его дизайнерское воплощение. Вербальный же образ продукта является значимым дополнительным аргументом, оказывающим серьезное влияние на выбор целевой аудитории. Поэтому в идеале в рекламе наручных часов требуется визуально-вербальное образное представление товара.

Список литературы

1. История создания наручных часов [Электронный ресурс] // Академия часов. – URL: <http://academywatch.ru/istorija-sozdaniya-naruchnyh-chasov.html> (дата обращения 3.07.2014).
2. Наручные часы: новое мужское достоинство [Электронный ресурс] // Мужской сетевой журнал Men's Cult. – URL: <http://www.mc.com.ua> (дата обращения 3.07.2014).
3. Реклама наручных часов [Электронный ресурс] // Watch Buy – интернет-магазин наручных часов. – URL: <http://www.watchbuy.ru/> (дата обращения 3.07.2014).
4. Скарнев Д.С. Кросскультурный фактор и языковые средства создания образа в рекламном дискурсе // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. – № 1. – 2014. – С. 250–259.
5. Скарнев Д.С. Рекламный образ в системе маркетинговых коммуникаций // Средства массовой коммуникации в многополярном мире: проблемы и перспективы: материалы II Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 30-летию направления «Журналистика» в РУДН и 50-летию филологического факультета. 15 апреля 2011 г. – М.: РУДН, 2011. – С. 110–112.
6. Скарнев Д.С. Фразеологизм как средство создания образа в рекламном дискурсе // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 1; URL: <http://www.science-education.ru/115-11842> (дата обращения: 27.01.2014).

References

1. *Istoriya sozdaniya naruchnyh chasov* (History of the wristwatch) Available at: <http://academywatch.ru/istorija-sozdaniya-naruchnyh-chasov.html> (accessed 3.07.2014).

2. *Naruchnye chasy: novoe muzhskoe dostoinstvo* (Wristwatches: new man's dignity) Available at: <http://www.mc.com.ua> (accessed 3.07.2014).

3. *Reklama naruchnyh chasov* (Advertising wristwatches) Available at: <http://www.watchbuy.ru> (accessed 3.07.2014).

4. Sknarev D.S. *Vestnik Cheljabinskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta*. 2014. no. 1, pp. 250–259.

5. Sknarev D.S. Proceedings of II All-Russian scientific-practical conference dedicated to the 30th anniversary of the specialty «Journalism» in the Peoples' Friendship University of Russia, and the 50th anniversary of the Faculty of Philology]. Moscow, People's Friendship University of Russia, 2011. pp. 110–112.

6. Sknarev D.S. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. – Modern problems of science and education, 2014, no. 1. Available at: <http://www.science-education.ru/115-11842> (accessed 27.01.2014).

Рецензенты:

Гашева Л.П., д.фил.н., профессор кафедры русского языка и методики преподавания русского языка, ФГБОУ ВПО «Челябинский государственный педагогический университет», г. Челябинск;

Помыкалова Т.Е., д.фил.н., профессор кафедры русского языка и методики преподавания русского языка, ФГБОУ ВПО «Челябинский государственный педагогический университет», г. Челябинск.

Работа поступила в редакцию 28.07.2014.

УДК 316.74:1

МЕСТО ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЦЕССАХ СОЦИАЛЬНОГО КОНСТРУИРОВАНИЯ

Антипов А.С.*ФГБОУ ВПО «Ульяновский государственный технический университет»,
Ульяновск, e-mail: rector@ulstu.ru*

В представленной статье рассматривается на базе методологии социальной феноменологии и социологии знания феномен социальных технологий и его презентирование в поле различных дискурсов социальной практики. Выявляется конструктивистская природа данного феномена в его влиянии на смещение и институционализацию социальных значений и конституирование смысловых подуниверсумов социальной тотальности. Проводится краткий анализ формирования понятия «социальная технология», выявляется место технологии в процессах социального конструирования, а также рассматриваются структурные компоненты социально-технологического воздействия. Осмысливается влияние социальных технологий на сущность, содержание и имманентные характеристики опыта повседневности, в том числе intersubjective взаимодействия. Раскрывается влияние социальных технологий на процессы легитимации и подтверждения институционального порядка, типов социализации через механизмы устойчивой интернализации.

Ключевые слова: дискурс, интерпретация, intersubjectivness, конституирование, конструктивизм, повседневность, социология знания, социальная реальность, социальные технологии, структурирование

THE PLACE OF TECHNOLOGY IN THE SOCIAL DESIGNING PROCESSES

Antipov A.S.*FSBEI HPE «Ulyanovsk State Technical University», Ulyanovsk, e-mail: rector@ulstu.ru*

The phenomenon of social technologies and its presentation in the field of various discourses of social practice on the basis of methodology of social phenomenology and knowledge sociology is considered in presented article. The constructivism nature of this phenomenon in its influence on shift and institutionalization of social values and institutionalization of semantic subuniversums of social totality is considered in the article. The short analysis of formation of the concept «social technology» is carried out, the place of technology in the processes of social designing is revealed, and structural components of social and technological influence are also considered. The influence of social technologies on essence, the contents and immanent characteristics of experience of everyday reality, including intersubjective interactions is comprehended in the article. The influence of social technologies on processes of legitimation and confirmation of an institutional order, socialization types through the mechanisms of steady internalization is revealed in the article.

Keywords: discourse, interpretation, intersubjectivness, institutionalization, constructivism, everyday reality, sociology of knowledge, social reality, social technologies, structuring

В современную эпоху вопросы разработки эффективных социальных технологий предотвращения, смягчения и урегулирования политических, экономических, этнических и культурных конфликтов носят крайне значимый характер. С этим же связана необходимость выработки конструктивной методологии, обеспечивающей социальную стабильность и минимизацию социальных деструкций, вызванных многочисленными очагами социальной аномии микросоциального, регионального и глобального масштаба. Социально укорененный модус человеческого экзистирования и феномен социальных страхов в отношении самой вероятности деструкции системы устоявшихся социальных значений имеет имманентный, антропологический и культурно-исторический характер, что всегда актуализировало и обостряло заботу как экзистенциал в поиске возможностей бытия-в-мире и провоцировало необходимость поиска эффективных методологий социальной стабильности, развития или коллективного спасения.

Несмотря на то, что понятие «социальные технологии», его определения, а также научно-теоретические обоснования социальных технологий, исследования сущности механизмов и возможностей их прикладных манифестаций появляются только в 20 веке, сам феномен управляющих и конструирующих воздействий на общественные структуры со стороны исторически конкретных властвующих субъектов и правящих классов имманентен истории человечества с самых ранних эпох. Этому понятию предшествует другое, более общее – «технология», которое входит в тезаурус в естественных и технических науках в связи с ускорившейся промышленной индустриализацией на рубеже XVIII и XIX столетий.

К середине XX века термин «технология» утверждается во всех отраслях промышленности, а приблизительно в третьей четверти XX века термины «техника» и «технология» строго дифференцируются, что дает возможность расширить смысловой контент последней: в поле исследовательского интереса входят процессы

целенаправленного и проективного преобразования форм существования материи, в том числе и социальной. Но лишь к концу XX века появляются основательные теоретические исследования по теме социальных технологий.

В нашей стране понятие «социальная технология» вошло в употребление, в первую очередь, в управленческих науках на рубеже 70-х и 80-х XX столетия. Отечественная теория социальных технологий, разрабатывалась первоначально главным образом на базе социологии труда, промышленной социологии, социологии организаций (Ж.Т. Тощенко, И.В. Бестужев-Лада, А.А. Зворыкин, А.Г. Здравомыслов, В.Г. Подмарков, В.А. Ядов, В.Г. Афанасьев, Н.И. Лапин и др.).

С последней четверти XX века социальные технологии становятся предметом пристального изучения в социально-гуманитарных исследованиях. В начале XXI века проблемы социального управления, социального прогресса и социальной модернизации, а также социального моделирования и социального эксперимента неизбежно сопрягаются с проблематикой социальных технологий. Нас в данной работе интересуют социальные технологии с точки зрения их места в конструирующих социальную реальность процессах. Ключевое направление, в котором проблематика социальных технологий получает свое теоретико-методологическое обоснование, в данном исследовании – социальный конструктивизм и сопряженная с ним социология знания.

Социальный конструктивизм предлагает принципиально новую эпистемологию, согласно которой знание, в том числе социальное, всегда нагружено необходимостью интерпретации и представляет собой построение перцептивного, когнитивного и т.п. модусов реальности и картины мира. Кроме того, в социальном конструктивизме постулируется примат плюрализма истины, где главным критерием более или менее подлинного знания является, с одной стороны, его продуктивная пригодность и стабильная результативность в научно-теоретических исследованиях. С другой стороны, истина как социальная польза, презентуемая в поле социальной практики в качестве оптимальной и относительно стабильной системы intersubjectивных взаимодействий и устойчивых институциональных связей, являющейся следствием реализации эффективных социальных проектов. Это теоретически согласуется с установкой феноменологической социологии в исследовании самого феномена социального детерминированного знания, где делает-

ся акцент на конструировании реальности в динамичном знаниевом поле социальной тотальности, нагруженном необходимостью интерпретации и реинтерпретации социальных значений как в режиме жизненного мира и обыденного знания, так и в различных дискурсах, а ныне и в дискурсе виртуальной гиперреальности. Отметим, что производственно-конструктивная деятельность как таковая фундирована принципом реальности и внутренне ориентирована на экспансию в отношении мира и горизонта сущего.

В социальных технологиях можно выделить два аспекта. Первый – научно-когнитивный, содержащий в себе определенный уровень научно-теоретического присутствия в обосновании и в самих технологиях управления всем спектром социальных процессов и изменений. Он методологически определяет содержательную сторону средств и степень влияния на активное структурирование социальных процессов, обоснование их необходимости, легитимации, институционального оформления и т.д. В данном аспекте задана прямая зависимость между уровнем общественного прогресса и уровнем наукоемкости социальных технологий. Это означает, что характер целевого воздействия на социальный объект качественно меняется в зависимости от степени научно-теоретической проработанности и тем самым связан с необходимостью оптимального подбора и использования наиболее эффективных средств и методов конструирования системы социальных значений. Поэтому и максимальная релевантность в таком случае обеспечивается наибольшей рациональностью выбора как целей, так и механизмов конструирования.

Второй аспект – собственно конструирующе-прикладной. Это сам процесс работы социально-технологических схем, перемещенный в поле социальной практики. Он обусловлен целевой установкой и необходимостью получения конкретного, относительно устойчивого результата. При этом данный процесс сопряжен с функциями контроля, активным, корректирующим реагированием на возможные отклонения от начально заданного вектора процессов. При этом эффективность данной работы напрямую зависит от структурирования технологического воздействия на фазы, операции, процедуры, этапы и т.д.

Если в структуре технологического процесса операцию можно определить как неделимое и однородное практическое воздействие на социальный объект с целью реализации конкретной задачи в рамках отдельно взятой процедуры, то этап представляет собой относительно законченный

отрезок процесса, вносящий, как правило, качественные изменения в функционирование социального объекта [5].

Таким образом, в процессе применения социальных технологий необходимо следование нескольким имманентным процедурам, которые включают в себя определение конкретной цели, анализ объекта (характер intersубъективных взаимодействий, социальная среда значений и определений реальности, степень эффективности изменений и возможных социально-травматических последствий и т.д.), выделение по ряду критериев возможных вариантов, выбор наиболее оптимального, применение выбранного варианта, контроль за ходом работы технологического воздействия, определение и коррекция наличных отклонений, анализ и сопоставление результатов с содержательной стороной намеченной цели, оценка полученных результатов.

Поскольку дисфункциональные отклонения какой-либо процедуры или операции и деструкция вследствие этого единого процесса могут повлечь за собой как крушение самого технологически внедряемого социального проекта, так и нежелательные последствия, способные дестабилизировать наличную социальную определенность, постольку четкая последовательность процедур в рамках единого технологического процесса, так и доведение до актуальной завершенности отдельной процедуры является необходимым требованием.

Также в рамках данной последовательности предусматривается четкая элиминация побочных, не включенных в единую целевую задачу действий, закрепление отдельных действий и процедур за управляющим и контролирующим воздействием конкретных социальных акторов, алгоритмизация действий, минимизация сбоев и возможная экономия ресурсов [3].

При этом внутренняя логика развертывания технологического процесса, предусматривающая четкую координированность и поэтапность действий в направлении желаемого результата, всегда несет в себе присутствие гибкого субъектного реагирования. У субъекта всегда сохраняется возможность переформатирования единого управляемого процесса и его реструктуризацию в зависимости от актуальных результатов и последствий его внедрения в живую ткань социальных значений, взаимодействий и процессов, так как совокупность вероятностных предопределенностей не может быть просчитана и «прочитана» без погрешностей.

Существование любой социальной системы фундировано как единым и сегмен-

тированным полем социального знания, так и набором актуальных и стратегических целей, закладывающих основу для направленного ее функционирования и развития. Целевые установки задают содержательную наполненность динамичного развития и переструктуризации целостной наличной конфигурации или отдельных подсистем и смысловых сегментов социальной тотальности и вектор трансформации и воспроизводимого структурно-функционального результата. В социальной динамике одни социальные структуры, связи и блоки социального знания исчезают или превращаются в традицию. Пространство заполняется другими определениями реальности, которые, в свою очередь, обрастают своей социальной тканью, включаясь через процедуры легитимации и intersубъективные взаимодействия, в новые институциональные отношения. В этом неистощимом потоке изменений и преобразований осуществляется единство социальной тотальности как целостной системы. Роль социальных технологий в этих процессах трудно переоценить.

Социальные технологии в знаниевом поле социальной реальности задействованы в конструировании социальных значений, наполнении горизонта социального релевантными типами знания. Начиная с дискурса обыденного мышления, технологизация социальных процессов проникает в дискурс любой социальной подсистемы. Экономический, политический или культурный дискурс конструируются проективно-технологическими вторжениями в совокупность смысловых структур социальной реальности. Таким образом, социальные технологии создают механизмы легитимации и подтверждения институционального порядка, типов социализации, глубоко проникая в живую ткань общества через механизмы устойчивой интернализации.

Позиция активности субъектно-проективного характера, детерминированная необходимостью интерпретации культурных значений, собирания и конструирования институциональной, intersубъективной реальности смыслового универсума социального, в проблемном поле социальных технологий является одной из ключевых. Ей можно противопоставить позицию распознавания и пребывания в высвобожденном чистом потоке бытия в актах самотрансцендирования субъекта-созерцателя, поскольку чистое, социально не заданное экзистирование в потоке бытия само по себе не может быть захвачено и ангажировано дискурсом. Активно-субъектный характер социальных технологий всегда задан дискурсивно. Будучи исходящим из горизонта целевых

полаганий, он всегда конкретен с точки зрения погружения в горизонт феноменов определенной, уже состоявшейся социально-исторической укорененности, идет ли речь о дискурсе культурном, политическом, экономическом или дискурсе повседневности.

Направленность социальных технологий на человеческое бытие в качестве объекта, на первый взгляд, не растворяет субъектность социальных акторов, ведь сам социально-технологический дискурс, его методологически-когнитивный аспект и бытийный горизонт социальной практики – результат их произвольной активности: конструирование социальных определений реальности (переструктуризация социальных процессов, закрепление, направление, содержательная, нормативная сторона и т.д.). Это деятельность социальных акторов, научно-теоретической или административно-управленческой сфер, профессионально и институционально включенных в разработку алгоритмов социально-технологических методологий стабилизации или преодоления актуального горизонта социальных значений с целью конституирования и легитимации новых институциональных, интересубъективных т.п. манифестаций в поле социума. Эта деятельность представлена и обнаруживает себя на глобальном, континентальном, национальном, региональном и локально-местном уровне, потому декларирует себя на уровнях макро-, мезо- и микротехнологий. Однако, с другой стороны, проективный характер социальных технологий, особенно если идет речь о воздействиях, нацеленных на смещение содержания символического универсума, под которым понимается «матрица всех социально объективированных и субъективно реальных значений» [1, с. 158], способен внести серьезные изменения в содержание «субъективных реальных значений» самих субъектов технологического воздействия. Тем более что сами современные технологии имеют тенденцию к относительной эмансипации от субъекта их порождения. Это также касается феномена современных информационных технологий и их имплицитной включенности в спектр социальных технологий как таковых.

Преодоление наличной социальной определенности может иметь разные степени в зависимости от характера, целевых полаганий и самого содержания социально-технологических воздействий, идет ли речь о деструктивных, созидательно-конструктивных, традиционно-рутинных, корректирующих квазитехнологиях мягкого направляющего воздействия или инновационных технологиях. Объектом социально-техно-

логически реализуемых проектов конституирования и переструктуризации социальной реальности как правило выступает совокупность объективированных институциональных значений, характер и содержание интересубъективных взаимодействий, выраженных в первую очередь, в структуре типовых ожиданий и дефиниций обыденного мышления. Технологические воздействия, имеющие конструктивистский характер, обычно нацелены на механизмы воспроизводства и поддержания субъективных определений объективированных социальных значений с целью их смещения и наполнение новым содержанием. Такие воздействия ориентированы на систему уже интернализованных обыденных и теоретических дефиниций, этических и эстетических представлений, закрепленных культурными машинами воспроизводства и поддержания на символическом, социальном и концептуальном уровнях. Успешные результаты социально-технологических воздействий, проявленные в заполнении смысловых сегментов социальной тотальности новым содержанием, качественных сдвигах в институциональных структурах и в характере интересубъективных взаимодействий, неизбежно закрепляются в различных дискурсах, и не в последнюю очередь в правовом, который также меняется, создавая все новые виды юридических, а следовательно и социальных прецедентов.

В объекте воздействия, как правило, выделяются целевые социальные группы структурного ядра, как носителей тех социальных значений и такого социального знания, которое в зависимости от характера и целевых детерминант технологического воздействия должно быть либо сломлено и переструктурировано, либо стабилизировано и цементировано на уровне социального согласия и баланса интересов. Большое значение в технологии воздействия имеют статус и степень влияния значимых других и прочих социальных референтных субъектов (авторитетов) в их мобильной готовности выстраивать новые способы интересубъективных взаимодействий, закрепленных и воспроизводимых институционально. А это в свою очередь оказывает давление и на периферийные группы как носителей таких форм социального знания, которое может длительное время удерживать в своем поле дефиниции уже сложившихся социальных установлений и способствовать дискурсивному сопротивлению данных групп.

Поскольку социальные технологии оказывают воздействие на совокупную «номическую структуру субъективной

реальности», они затрагивают механизмы идентификации, которая сопряжена с ориентацией на поддержание связи как со значимыми другими и персоналом ресоциализации, что особенно характерно в случае «альтернативы» [Там же, с. 254] как тотального преобразования социальных установлений в субъективном восприятии.

Взамен одной структуры субъективных значений происходит усвоение другой, которая «должна стать миром индивида, отодвигающим все остальные миры, прежде всего тот из них, в котором индивид «обитал» до альтернативы» [Там же, с. 257]. Поэтому для эффективного достижения устойчивого результата социальные технологии в своем воздействии на субъективное восприятие реальности должны минимизировать травматические последствия подобных интернализаций, выраженных своеобразным переходом в горизонт новой социальной реальности и сопутствующей этому сменой критериев оценки как повседневного, так и любого общественного дискурса.

Таким образом, социальные технологии предстают в виде культурно-исторического, научно-теоретического и конструирующего феномена. Социально-технологический дискурс являет и утверждает себя через конституирующую экспансию в своем воздействии на весь спектр социальных процессов в горизонте социальной тотальности, на содержательную сторону и точки сопряжения прочих дискурсов. Легитимированный самим ходом исторического развития и научно-теоретическим прогрессом, он сам способен создавать программы социальной легитимации и переструктуризации всех структурно-функциональных, нормативно-ценностных и прочих сегментов-кластеров в поле социума, а также создает возмож-

ности для сотворения новых модусов человеческого бытия.

Список литературы

1. Бергер П. Социальное конструирование реальности. Трактат по социологии знания: пер. с англ. Е. Руткевича / П. Бергер, Т. Лукман. – М.: Медиум, 1995. – 323 с.
2. Бондаренко А.Д. Современная технология: теория и практика. – Киев; Донецк: Вища школа, 1985. – 171 с.
3. Данакин Н.С. Конфликты и технология их предупреждения. – Белгород, 1995. – 324 с.
4. Кара-Мурза С.Г. Манипуляция сознанием. – М.: Эксмо, 2009. – 864 с.
5. Стефанов Н. Общественные науки и социальная технология. – М.: Наука, 1976. – 246 с.
6. Шюц, А. Избранное: Мир, светящийся смыслом: пер. с нем и англ. В.Г. Николаева, С.В. Ромашко, Н.М. Смирновой. – М.: РОССПЭН, 2004. – 1056 с.

References

1. Berger, P. Social construction of reality. Tractate on sociology of knowledge / P. Berger, T. Lookman / Transl. from English E. Rutkevich M.: Medium, 1995. 323 p.
2. Bondarenko A.D. Modern technology: theory and practice. Kiev; Donetsk: Visha school, 1985. 171 p.
3. Danakin N.S. Conflicts and technology of their prevention. Belgorod, 1995. 324 p.
4. Kara-Murza S.G. Manipulation of senses. M.: Eksmo, 2009. 656 p.
5. Stefanov N. Social sciences and social technology. M.: Nauka, 1976. 246 p.
6. Schyuts A. Selections. The world luminant with sense / Transl. from German and English V.G. Nikolaev, S.V. Romashko, N.M. Smirmova. M.: ROSSPEN, 2004. 1056 p.

Рецензенты:

Брысина Т.Н., д.ф.н., профессор, зав. кафедрой «Философия», Ульяновский государственный технический университет, г. Ульяновск;

Тихонов А.А., д.ф.н., профессор, заведующий кафедрой философии и культурологии, Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н. Ульянова, г. Ульяновск.

Работа поступила в редакцию 28.07.2014.

(<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 А4 формата (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, имеющейся 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 одномоментно направляется полный пакет документов:

- материалы статьи;
- сведения об авторах;
- копии двух рецензий докторов наук (по специальности работы);
- сканированная копия сопроводительного письма (подписанное 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 не была ранее 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 (подписью 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.

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 обнародовать произведение посредством его опубликования в печати.

Плагиатом считается умышленное присвоение авторства чужого произведения науки или мысли или 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 – инсульты 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, стойкости фибрилляции предсердий, функционального класса сердечной недостаточности и наличия 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, 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: учеб. для вузов. – 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.У. 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.], 2005/2007. 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.

Пр и м е р 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 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'tvo 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 vrozozhdeniju: 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 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 наименований 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:

Taganrogskiy 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 ВИНТИ 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, изобилуют общими ничего не значащими словами, увеличивающими 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», разработанные 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 один 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=hdac5rtrkb73ae013ofk4g8nrv1>.

(В соответствии с рекомендациями О.В. Кирилловой, к.т.н., заведующей отделением ВИНИТИ 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.

Пр и м е р 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 «O nye 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'tvo 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 vrozozhdeniyu: 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 выше сказанного можно сформулировать следующее краткое резюме в качестве рекомендаций по составлению ссылок в романском алфавите в англоязычной части статьи и приставной 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 ВИНТИ РАН члена Экспертного совета (CSAB) БД SCOPUS)

Оплата издательских расходов составляет:

4700 руб. – для авторов при предоставлении статей и сопроводительных документов в редакцию через **сервис Личный портфель**;

6700 руб. – для авторов при предоставлении статей и сопроводительных документов в редакцию по электронной почте **без использования сервиса Личного портфеля**;

5700 руб. – для оплаты издательских расходов организациями при предоставлении статей и сопроводительных документов в редакцию через **сервис Личный портфель**;

7700 руб. – для оплаты издательских расходов организациями при предоставлении статей и сопроводительных документов в редакцию по электронной почте **без использования сервиса Личного портфеля**;

Для оформления финансовых документов на юридические лица просим предоставлять ФИО директора или иного лица, уполномоченного подписывать договор, телефон (обязательно), реквизиты организации.

Для членов Российской Академии Естествознания (РАЕ) издательские услуги составляют 3500 рублей (при оплате лично авторами при этом стоимость не зависит от числа соавторов в статье) – при предоставлении статей и сопроводительных документов в редакцию через сервис Личный портфель.

Просим при заполнении личных данных в Личном портфеле членов РАЕ указывать номер диплома РАЕ.

Оплата от организаций для членов РАЕ и их соавторов – 5700 руб. при предоставлении статей и сопроводительных документов в редакцию через сервис Личный портфель.

БАНКОВСКИЕ РЕКВИЗИТЫ:

Получатель: ООО «Организационно-методический отдел Академии Естествознания» или ООО «Оргметодотдел АЕ»*

*** 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 40702810956000004029

Банк получателя: Отделение № 8622 Сбербанк России, г. Саратов

к/с 30101810500000000649

БИК 046311649

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 (8452)-47-76-77.

**Библиотеки, научные и информационные организации,
получающие обязательный бесплатный экземпляр печатных изданий**

№	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. Николяямская, 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. №	40702810956000004029
	БИК	046311649
	к/с	30101810500000000649
Банк получателя Отделение № 8622 Сбербанк России, г. Саратов		

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: 8 (8452)-47-76-77.

По запросу (факс 8 (8452)-47-76-77, E-mail: stukova@rae.ru) высылается счет для оплаты подписки и счет-фактура.