

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ № 12 2014
ИССЛЕДОВАНИЯ Часть 1
Научный журнал

Электронная версия
www.fr.rae.ru
12 выпусков в год
Импакт фактор
(двухлетний)
РИНЦ – 0,439

Журнал включен
в Перечень ВАК ведущих
рецензируемых
научных журналов

Журнал основан в 2003 г.
ISSN 1812-7339

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

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

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

Директор
к.м.н. Стукова Н.Ю.

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

Подписано в печать 16.12.2014

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

Технический редактор
Митронова Л.М.
Корректор
Кошелева Ж.В.

Усл. печ. л. 29,25
Тираж 1000 экз. Заказ ФИ 2014/12
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 Казимилова Н.Е. (Саратов)
д.м.н., профессор Ломов Ю.М. (Ростов-на-Дону)
д.м.н., профессор Лямина Н.П. (Саратов)
д.м.н., профессор Максимов В.Ю. (Саратов)
д.м.н., профессор Молдавская А.А. (Астрахань)
д.м.н., профессор Пятакович Ф.А. (Белгород)
д.м.н., профессор Редько А.Н. (Краснодар)
д.м.н., профессор Романцов М.Г.
(Санкт-Петербург)
д.м.н., профессор Румш Л.Д. (Москва)
д.б.н., профессор Сентябрев Н.Н. (Волгоград)
д.фарм.н., профессор Степанова Э.Ф. (Пятигорск)
д.м.н., профессор Терентьев А.А. (Москва)
д.м.н., профессор Хадарцев А.А. (Тула)
д.м.н., профессор Чалык Ю.В. (Саратов)
д.м.н., профессор Шейх-Заде Ю.Р. (Краснодар)
д.м.н., профессор Щуковский В.В. (Саратов)
д.м.н., Ярославцев А.С. (Астрахань)

Педагогические науки

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

Химические науки

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

Иностранные члены редакционной коллегии

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

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

Технические науки

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

Геолого-минералогические науки

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

Искусствоведение

д. искусствоведения Казанцева Л.П. (Астрахань)

Филологические науки

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

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

№ 12 2014
Part 1
Scientific journal

The journal is based in 2003

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

EDITORS-IN-CHIEF

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

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

Bichurin 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)

Foreign members of an editorial board

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)

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)

THE PUBLISHING HOUSE

«ACADEMY OF NATURAL HISTORY»

СОДЕРЖАНИЕ

Технические науки

РАЗРАБОТКА АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА БАССЕЙНОВ ОТКРЫТЫХ ВОДОЕМОВ И ПРОТИВОПАВОДКОВОГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ <i>Аверченков В.И., Леонов Е.А., Шкаберин В.А., Крышнев Ю.В., Захаренко Л.А., Лепих Я.И.</i>	13
КОМПЛЕКСНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА РЕАКЦИОННУЮ ЗОНУ ПРИ АНОДИРОВАНИИ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА Д16 <i>Кусков В.Н., Коленчин Н.Ф., Шадрин П.Н.</i>	20
МЕХАНИКО-ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СИНТЕЗИРОВАННОГО МЕТОДОМ СВС-МЕТАЛЛУРГИИ СПЛАВА КАК СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПАКТНЫХ ТУГОПЛАВКИХ МАТЕРИАЛОВ С ОДНОРОДНОЙ УЛЬТРАМЕЛКОЗЕРНИСТОЙ СТРУКТУРОЙ <i>Колобов Ю.Р., Божко С.А., Санин В.Н., Икорников Д.М., Юхвид В.И.</i>	24
РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ДИСКОВОГО ИМПАКТОРА <i>Крючков А.В., Смирнов М.Б., Поярков А.Ю.</i>	29
О МОДЕЛИ БАРАБАШИ-АЛЬБЕРТ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ВЕБ-ГРАФУ ПЕТРОЗАВОДСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА <i>Марахтанов А.Г., Насадкина О.Ю., Печников А.А.</i>	33
АНАЛИТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИНХРОННОГО ДРЕНИРОВАНИЯ ГРУППЫ ПЛАСТОВ МНОГООТВЕТНОЙ СКВАЖИНОЙ <i>Самойлов А.С., Герасименко С.А.</i>	38
ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ОБРАБОТКИ ХВОСТОВ ОБОГАЩЕНИЯ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ (ХОЖК) НА КАЧЕСТВО ПОЛУЧАЕМОГО ПИГМЕНТА-НАПОЛНИТЕЛЯ <i>Свергузова С.В., Тарасова Г.И., Старостина И.В., Спиринов М.Н.</i>	44
НЕЙРОСЕТЕВОЕ РАСПОЗНАВАНИЕ МУЗЫКАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕЛ-ЧАСТОТНЫХ КЕПСТРАЛЬНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ <i>Станкевич Ф.В., Спицын В.Г.</i>	51
ПОЛУЧЕНИЕ ИЗ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ ЛЕБЕДИНСКОГО ГОКА ЖЕЛЕЗООКСИДНЫХ ПИГМЕНТОВ-НАПОЛНИТЕЛЕЙ ДЛЯ ОБЪЕМНОГО ОКРАШИВАНИЯ СИЛИКАТНЫХ МАТЕРИАЛОВ <i>Старостина И.В., Свергузова С.В., Тарасова Г.И., Федорина М.Ю.</i>	57
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА ДИСТАНЦИОННОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ СТАЦИОНАРНЫХ ИСТОЧНИКОВ ВЫБРОСОВ <i>Степанченко И.В.</i>	63
ЭВОЛЮЦИЯ ВЗГЛЯДОВ НА ВОПРОСЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ДОПУСТИМЫХ ОСАДКОВ РЕЗЕРВУАРОВ <i>Тарасенко А.А., Чепур П.В.</i>	67
К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ОПТИМАЛЬНОЙ ФОРМЫ КОЛЬЦЕВЫХ ПРОТОЧЕК НА ТОРЦАХ БАНДАЖЕЙ ПРИ ИХ РЕКОНСТРУКЦИИ <i>Щетинин Н.А., Шрубченко И.В., Богданов В.С., Мурыгина Л.В., Гончаров М.С.</i>	85

Физико-математические науки

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-РАСЧЕТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫРАВНИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПОГРУЖЕННОГО ДЫРЧАТОГО ЛИСТА ПЕРЕМЕННОЙ ПЕРФОРАЦИИ <i>Емельянов Д.А., Мелихов В.И., Мелихов О.И., Никонов С.М., Парфенов Ю.В.</i>	90
МНОГОПЕРИОДИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ КВАЗИЛИНЕЙНОЙ СИСТЕМЫ УРАВНЕНИЙ В ЧАСТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ПЕРВОГО ПОРЯДКА <i>Мухамбетова А.А., Сартабанов Ж.А.</i>	95

Химические науки

МИКРОРАЗМЕРНЫЕ ГЛЮКОЗООКИСЛЯЮЩИЕ И КИСЛОРОДВОСТАНАВЛИВАЮЩИЕ БИОЭЛЕКТРОДЫ НА ОСНОВЕ НАНОКОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ <i>Панкратов Д.В., Парунова Ю.М., Горбачева М.А., Зейфман Ю.С., Кузнецов С.В., Липкин А.В., Шлеев С.В.</i>	99
ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИНВЕРСИЙ И ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ <i>Пучка О.В., Чернышёва Е.В., Вайсера С.С., Сергеев С.В.</i>	104
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА БИТУМИНОЗНЫХ КОМПОНЕНТОВ НИЗИННЫХ ТОРФОВ ДВУХ БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ <i>Серебренникова О.В., Стрельникова Е.Б., Дучко М.А., Аверина Н.Г., Козел Н.В.</i>	112

Биологические науки

БИОЛОГИЗАЦИЯ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ РОССИИ. ПЕРСПЕКТИВЫ И РЕАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ <i>Голов В.И., Бурдуковский М.Л.</i>	118
СОДЕРЖАНИЕ ОБЩЕГО АЗОТА И ОСОБЕННОСТИ КЛЕТОЧНОЙ СТЕНКИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ФЛОРЫ ЗАПАДНОГО ШПИЦБЕРГЕНА <i>Марковская Е.Ф., Шмакова Н.Ю., Терехова Е.Н.</i>	124
ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПОЧВАХ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА <i>Неганова К.С., Бураева Е.А., Давыденко А.М., Нефедов В.С., Дергачева Е.В., Стасов В.В., Аветисян С.Р., Гончарова Л.Ю., Вардунни Т.В., Данилова А.А.</i>	131
БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ПЛОДОВЫХ ТЕЛ И КУЛЬТИВИРУЕМОГО МИЦЕЛИЯ БАЗИДИАЛЬНОГО ГРИБА DAEDALEOPSIS TRICOLOR <i>Проценко М.А., Трошкова Г.П., Косогова Т.А., Теплякова Т.В.</i>	136
ВЛИЯНИЕ ВНУТРИБРЮШИННОГО ВВЕДЕНИЯ САХАРОЗЫ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ МОЗГА КРЫС ПРИ ГИПОТЕРМИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЯХ <i>Рабаданова З.Г., Абдурахманов Р.Г., Кличханов Н.К., Пиняскина Е.В.</i>	141
ИЗУЧЕНИЕ ПРО- И АНТИОКСИДАНТНОГО СТАТУСА ЭРИТРОЦИТОВ ПРИ ПРОГРЕССИРОВАНИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО РАКА ЯИЧНИКОВ <i>Тузеева А.Ю., Долгова Д.Р., Абакумова Т.В., Сенина Д.Н.</i>	145

САНИТАРНО-БАКТЕРИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ
ПОЛУКРИТИЧЕСКИХ И НЕКРИТИЧЕСКИХ ЗОН В ПОЛИКЛИНИЧЕСКИХ
УЧРЕЖДЕНИЯХ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

Хараева З.Ф., Тхазаплизева М.Т., Блиева Л.З., Гендугова О.М., Балкаров А.О. 150

Географические науки

К ОЦЕНКЕ ПРИРОДНЫХ ОПАСНОСТЕЙ ДЛЯ СФЕРЫ АГРАРНОГО
ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ЮЖНОЙ ТАЙГИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Волкова Е.С., Мельник М.А., Фузелла Т.Ш. 153

Фармацевтические науки

ОБОСНОВАНИЕ СОСТАВА И ТЕХНОЛОГИИ ПЛЁНОК
ЛЕКАРСТВЕННЫХ С АНИЛОКАИНОМ

Алексеева И.В., Рюмина Т.Е. 158

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУММЫ ФЛАВОНОИДОВ В ТРАВЕ ПИОНА

Смирнова М.М., Яборова О.В., Накарякова Н.И., Люст Е.Н., Олешко О.А. 164

Экономические науки

ФИНАНСОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ И ПРАКТИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМАТИВНЫХ ЗАТРАТ

Федосова Т.В., Боровская М.А., Масыч М.А., Паничкина М.В. 169

Педагогические науки

ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА ОДАРЕННЫХ
СТАРШЕКЛАССНИКОВ В СИТУАЦИИ КОНКУРСНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Ильясов Д.Ф., Селиванова Е.А. 174

УПРАВЛЕНИЕ ТРЕНИРОВОЧНЫМ ПРОЦЕССОМ СПОРТСМЕНОВ
В СПОРТЕ ВЫСШИХ ДОСТИЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА
ХАРАКТЕРИСТИК ВАРИАБЕЛЬНОСТИ РИТМА СЕРДЦА

Марков К.К., Сивохов В.Л., Иванова О.А., Семенов Д.А. 179

ГРАДАЦИЯ УРОВНЕЙ СТАНОВЛЕНИЯ ЗДОРОВОГО ОБРАЗА
ЖИЗНИ У ОБУЧАЮЩИХСЯ

Носов А.Г. 183

КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ СОЧЕТАНИЕ
ФОРМ ОБУЧЕНИЯ В СТАНОВЛЕНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ
КОМПЕТЕНТНОСТИ БУДУЩИХ ПЕДАГОГОВ МУЗЫКИ

Сергиенко И.Н. 187

Психологические науки

ВЗАИМОСВЯЗЬ ИЗМЕНЕНИЙ РАЗНЫХ УРОВНЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ
ЛИЧНОСТИ ПРИ ОСТРОМ СТРЕССЕ

Кузнецова Т.Г., Горбачева М.В., Буркова С.А., Булгакова О.С. 192

Исторические науки

СУДЕБНО-МЕДИЦИНСКАЯ СЛУЖБА В РЕСПУБЛИКЕ МОРДОВИЯ:
ИСТОРИКО-ПРАВОВОЙ АСПЕКТ

Лезина Е.П., Бакланова Е.Н. 197

Филологические науки

РЕАЛИЗАЦИЯ ФРЕЙМА «ОХОТА» В ЯЗЫКОВОЙ КАРТИНЕ МИРА ТЕЛЕУТОВ <i>Араева Л.А., Ли С.И.</i>	201
КЛАССИФИКАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ АББРЕВИАТУР, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В СПЕЦИАЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЕ (НА МАТЕРИАЛЕ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА) <i>Барбашёва С.С., Куркина А.В.</i>	205
К ОПРЕДЕЛЕНИЮ НАЧАЛЬНОЙ ФОРМЫ ФЕ В ЯЗЫКАХ РАЗНЫХ СИСТЕМ <i>Магомедова У.А.</i>	211
ЛИНГВОКУЛЬТУРОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ИЗУЧЕНИЯ НАЦИОНАЛЬНО-КУЛЬТУРНОЙ СПЕЦИФИКИ ЯЗЫКА <i>Шерина Е.А., Алексеева А.В.</i>	215
<i>ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ</i>	219

CONTENTS
Technical sciences

DEVELOPMENT OF ANALYTICAL MONITORING SYSTEM POOLS OF OPEN WATER BODIES AND FLOOD WARNINGS <i>Averchenkov V.I., Leonov E.A., Shkaberin V.A., Kryshnev Y.V., Zakharenko L.A., Lepikh Y.I.</i>	13
THE COMPLEX EFFECT ON THE REACTION ZONE DURING ANODIZING OF ALUMINIUM ALLOY D16 <i>Kuskov V.N., Kolenchin N.F., Shadrina P.N.</i>	20
THERMO MECHANICAL PROCESSING OF ALLOY SYNTHESIZED BY SHS-METALLURGY AS A WAY OF PREPARING COMPACT REFRACTORY MATERIALS WITH HOMOGENEOUS ULTRA-FINE GRAINED STRUCTURE <i>Kolobov Y.R., Bozhko S.A., Sanin V.N., Ikornikov D.M., Yukhvid V.I.</i>	24
CALCULATION OF PARAMETERS OF DISK IMPACTOR <i>Kryuchkov A.V., Smirnov M.B., Poyarkov A.Y.</i>	29
BARABASI-ALBERT MODEL AS APPLIED TO WEB GRAPH PETROZAVODSK STATE UNIVERSITY <i>Marahtanov A.G., Nasadkina O.Y., Pechnikov A.A.</i>	33
ANALYTICAL MODELING OF SYNCHRONOUS DRAINAGE FROM MULTILAYER DEPOSITS USING MULTILATERAL WELLS <i>Samoylov A.S., Gerasimenko S.A.</i>	38
THE INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL CONDITIONS OF FERRUGINOUS QUARTZITES REFINEMENT TAILINGS' (FQRT) PROCESSING ON THE OBTAINED LOADING PIGMENT QUALITY <i>Sverguzova S.V., Tarasova G.I., Starostina I.V., Spirin M.N.</i>	44
NEURAL NETWORK RECOGNITION OF MUSICAL INSTRUMENTS USING MEL-FREQUENCY CEPSTRAL COEFFICIENTS <i>Stankevich F.V., Spitsyn V.G.</i>	51
OBTAINING THE IRON-OXIDE LOADING PIGMENTS FROM LEBEDINSKY MRP REFINEMENT WASTE FOR THE VOLUME COLOURING OF SILICATE MATERIALS <i>Starostina I.V., Sverguzova S.V., Tarasova G.I., Fedorina M.Y.</i>	57
RESEARCH OF THE DISTANCE-TYPE IDENTIFICATION METHOD FOR ESTIMATION EMISSION PARAMETERS OF STATIONARY SOURCES <i>Stepanchenko I.V.</i>	63
EVOLUTION OF VIEWS ON MATTERS OF A CERTAIN MAGNITUDE ALLOWED DIFFERENTIAL SETTLEMENT OF TANKS <i>Tarasenko A.A., Chepur P.V.</i>	67
BY THE DEFINITION OF OPTIMAL FORM OF AN ANNULAR GROOVES ON THE END FACE BANDAGES AT THEIR RECONSTRUCTION <i>Shhetinin N.A., Shrubchenko I.V., Bogdanov V.S., Murygina L.V., Goncharov M.S.</i>	85

Physical and mathematical sciences

EXPERIMENT-CALCULATED RESEARCH OF LEVELLING CAPACITY OF SUBMERGED PERFORATED SHEET WITH NONUNIFORM PERFORATION <i>Emelianov D.A., Melikhov V.I., Melikhov O.I., Nikonov S.M., Parfenov Y.V.</i>	90
MULTIPERIODIC SOLUTIONS OF QUASI-LINEAR SYSTEM IN THE FIRST ORDER PARTIAL DERIVATIVES <i>Mukhambetova A.A., Sartabanov Z.A.</i>	95

Chemical sciences

MICROSIZED GLUCOSE OXIDIZING AND OXYGEN REDUCING BIOELECTRODES BASED ON THE NANOBIOCOMPOSITE MATERIALS <i>Pankratov D.V., Parunova Y.M., Gorbacheva M.A., Zeyfman Y.S., Kuznetsov S.V., Lipkin A.V., Shleev S.V.</i>	99
RESEARCH MORPHOLOGICAL INVERSIONS AND TECHNICAL CHARACTERISTICS OF THERMAL INSULATION MATERIALS <i>Puchka O.V., Chernyshjova E.V., Vajsera S.S., Sergeev S.V.</i>	104
THE COMPARATIVE ANALYSIS OF BITUMINOUS COMPOUNDS CHEMICAL COMPOSITION OF TWO BOG ECOSYSTEMS LOWLAND PEAT <i>Serebrennikova O.V., Strelnikova E.B., Duchko M.A., Averina N.G., Kozel N.V.</i>	112

Biological sciences

BIOLOGICAL METHODS USED IN AGRICULTURE IN THE RUSSIAN FAR EAST. PERSPECTIVES AND REALITIES <i>Golov V.I., Burdukovskiy M.L.</i>	118
TOTAL NITROGEN CONTENT AND CELL WALL'S FEATURES OF SOME SPECIES OF WESTERN SPITSBERGEN <i>Markovskaya E.F., Shmakova N.Y., Terebova E.N.</i>	124
DISTRIBUTION OF RADIONUCLIDES IN THE FLUVISOLS OF THE NORTHERN CAUCASUS <i>Neganova K.S., Buraeva E.A., Davydenko A.M., Nefedov V.S., Dergacheva E.V., Stasov V.V., Avetisyan S.R., Goncharova L.Y., Varduny T.V., Danilova A.A.</i>	131
BIOLOGICALLY ACTIVE COMPOUNDS FRUITING BODIES AND MYCELIUM OF THE BASIDIOMYCETE DAEDALEOPSIS TRICOLOR <i>Protsenko M.A., Troshkova G.P., Kosogova T.A., Teplyakova T.V.</i>	136
INFLUENCE OF INTRAPERITONEAL INTRODUCTION OF SUCROSE ON ELECTROENCEPHALOGRAM OF RATS AT HYPOTHERMIA <i>Rabadanova Z.G., Abdurahmanov R.G., Klichhanov N.K., Pinyaskina E.V.</i>	141
STUDY PRO AND ANTIOXIDANT STATUS OF ERYTHROCYTES IN THE PROGRESSION OF EXPERIMENTAL OVARIAN CANCER <i>Tuzeeva A.Y., Dolgova D.R., Abakumova T.V., Senina D.N.</i>	145
THE SANITARY-BACTERIOLOGICAL MONITORING SEMI-CRITICAL AND NON-CRITICAL AREAS IN CLINICS OF STOMATOLOGICAL PROFILE <i>Kharaeva Z.F., Tkhasaplizheva M.T., Blieva L.Z., Gendugova O.M., Balkarov A.O.</i>	150

Geographical sciences

AN ASSESSMENT OF NATURAL HAZARDS IN THE SPHERE
OF AGRICULTURAL NATURE MANAGEMENT IN SOUTH
TAIGA OF WEST SIBERIA

Volkova E.S., Melnik M.A., Fuzella T.S. 153

Pharmaceutical sciences

THE RATIONALE OF COMPOSITION AND TECHNOLOGY
OF FILM DRUG WITH ANYLOCAINE

Alekseeva I.V., Ryumina T.E. 158

DETERMINATION OF TOTAL FLAVONOIDS
IN THE GRASS OF THE PION

Smirnova M.M., Yaborova O.V., Nakaryakova N.I., Lyust E.N., Oleshko O.A. 164

Economical sciences

FINANCIAL SECURITY OF THE ORGANIZATIONS OF PROFESSIONAL
EDUCATION AND PRACTICE OF DEFINITION OF STANDARD COSTS

Fedosova T.V., Borovskaya M.A., Masych M.A., Panichkina M.V. 169

Pedagogical sciences

PSYCHO-PEDAGOGICAL SUPPORT TO GIFTED UPPER-FORM PUPILS
IN THE SITUATION OF ACADEMIC COMPETITIONS

Ilyasov D.F., Selivanova E.A. 174

TRAINING PROCESS MANAGING OF ATHLETES IN THE HIGHER
ACHIEVEMENTS SPORTS ON THE BASIS OF AN ANALYSIS
OF THE HEART RATE VARIABILITY CHARACTERISTICS

Markov K.K., Sivokhov V.L., Ivanova O.A., Semenov D.A. 179

THE GRADATION LEVELS OF FORMATION OF HEALTHY
LIFESTYLE AMONG STUDENTS

Nosov A.G. 183

COMPETENCE-ORIENTED COMBINATION OF TEACHING
METHODS IN FORMATION OF PROFESSIONAL COMPETENCE
OF FUTURE MUSIC TEACHERS

Sergienko I.N. 187

Psychological sciences

RELATIONSHIP BETWEEN CHANGES OF DIFFERENT LEVELS
OF PERSONALITY UNDER ACUTE STRESS

Kuznetsova T.G., Gorbacheva M.V., Burkova S.A., Bulgakova O.S. 192

Historical sciences

HISTORY OF FORENSIC MEDICAL SERVICES IN MORDOVIA

Lesina E.P., Baklanova E.N. 197

Philological sciences

REALIZATION OF THE FRAME «HUNT» IN THE TELEUT'S LINGUISTIK PICTURE OF THE WORLD <i>Araeva L.A., Li S.I.</i>	201
CLASSIFICATION POTENTIAL OF ENGLISH PHARMACEUTICAL ABBREVIATIONS USED IN PROFESSIONAL LITERATURE <i>Barbashjova S.S., Kurkina A.V.</i>	205
DEFINITION OF INITIAL FORM OF PHU IN THE LANGUAGES OF DIFFERENT SYSTEM <i>Magomedova U.A.</i>	211
NATIONAL SPECIFICS OF THE LANGUAGE IN THE ASPECT OF CULTURAL LINGUISTICS <i>Sherina E.A., Alekseeva A.V.</i>	215
<i>RULES FOR AUTHORS</i>	219

УДК 648.8;796:378

РАЗРАБОТКА АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА БАССЕЙНОВ ОТКРЫТЫХ ВОДОЕМОВ И ПРОТИВОПАВОДКОВОГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ

¹Аверченков В.И., ¹Леонов Е.А., ¹Шкаберин В.А., ²Крышнев Ю.В.,
²Захаренко Л.А., ³Лепих Я.И.

¹ФГБОУ ВПО «Брянский государственный технический университет»,
Брянск, e-mail: kts@tu-bryansk.ru;

²Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого,
Гомель, e-mail: kaf_pe@gstu.by;

³Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова,
Одесса, e-mail: ndl_lepikh@onu.edu.ua

В статье рассматриваются вопросы создания автоматизированной системы для анализа ситуации в бассейнах открытых водоемов с целью построения детальных прогнозов развития опасных ситуаций в периоды паводковых наводнений и минимизации материального ущерба за счет своевременного оповещения специалистов по чрезвычайным ситуациям. В статье предложена распределенная архитектура системы мониторинга, состоящая из сети мобильных контрольно-измерительных комплексов, центра хранения информации и аналитического центра, описан их состав и методы взаимодействия. При этом предлагаются методы для реализации автоматического мониторинга в реальном времени уровня воды и температуры воздуха за счет получения информации из распределенной сети автоматических датчиков и объединения метеоданных наблюдений по отдельным гидропостам с публикацией этих данных в открытом доступе.

Ключевые слова: противопаводковые системы, мониторинг бассейнов водоемов, системный анализ, обработка данных, мониторинг сети Интернет, создание сложных распределенных информационных систем

DEVELOPMENT OF ANALYTICAL MONITORING SYSTEM POOLS OF OPEN WATER BODIES AND FLOOD WARNINGS

¹Averchenkov V.I., ¹Leonov E.A., ¹Shkaberin V.A., ²Kryshnev Y.V.,
²Zakharenko L.A., ³Lepikh Y.I.

¹Bryansk state technical University, Bryansk, e-mail: kts@tu-bryansk.ru;

²Pavel Sukhoi State Technical University of Gomel, Gomel, e-mail: kaf_pe@gstu.by;

³Odessa I.I. Mechnikov national University, Odessa, e-mail: ndl_lepikh@onu.edu.ua

The article considers the issues of creation of the automated system for the analysis of the situation in pools of open water bodies in order to build a detailed forecasts of dangerous situations during periods of high water floods and minimize material damage due to the timely notification of emergency personnel. In this paper, we propose the distributed architecture of the monitoring system, consisting of a mobile network control and measurement systems, Central data storage and analytical center, describes compositions and methods for interaction. The available methods for automatic real-time monitoring of water levels and temperatures by obtaining information from a distributed network of automatic sensors and combining meteorological data observations for individual gauging stations with the publication of these data in open access.

Keywords: flood protection system, monitoring basin reservoirs, системный анализ, обработка данных, monitoring the Internet, the creation of complex distributed information systems

Анализ динамики уровня воды открытых водных источников выявил, что существующие противопаводковые системы не достаточно эффективны в целях раннего предупреждения наводнений, несмотря на их регулярность и сезонную повторяемость. Для решения данных проблем необходимо использовать комплексные аналитические системы мониторинга открытых водоемов, способных предоставлять специалистам по чрезвычайным ситуациям полную картину данных для анализа ситуации в бассейнах рек и осуществлять прогнозирование ее развития.

Для реализации данных целей проводились научные исследования совместно учеными вузов России (Брянский госу-

дарственный технический университет), Украины (Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова) и Республики Беларусь (Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого), в рамках которых были исследованы различные аспекты методов создания автоматизированных противопаводковых систем для мониторинга открытых водоемов на основе применения новых видов телеуправляемых уровнемеров и современных информационно-коммуникационных технологий [1–3]. Разработанная автоматизированная система прошла испытания при мониторинге параметров уровня воды в опасных районах, которые охватывают пограничные территории соседних славянских государств.

Архитектура системы

Архитектура разработанной аналитической системы мониторинга состояния бассейнов открытых водоемов и противопаводкового предупреждения (рис. 1) состоит из трех основных компонентов: сети контрольно-измерительных комплексов (КИК), центра хранения измерений и аналитического центра. Все компоненты системы взаимодействуют друг с другом через сеть Интернет и могут быть физически разнесены.

Основой аналитической системы мониторинга должна стать масштабная сеть датчиков, расположенных в анализируемых открытых водоемах, что в свою очередь требует значительных материальных вложений на закупку необходимых датчиков гидростатического давления, температурных датчиков и организации изготовления на их базе контрольно-измерительных комплексов, способных самостоятельно взаимодействовать с центром хранения измерений через сеть Интернет. Датчики могут иметь самостоятельное мобильное базирование в пределах зоны покрытия операторов сотовой связи, а также могут быть установлены на

уже имеющиеся контрольные гидропосты метеослужб, для автоматизации их деятельности, используя при этом наземные средства передачи данных и силовые линии. Каждый контрольно-измерительный комплекс предусматривает постоянные измерения показателей уровня воды и температуры и передачу их через заданный интервал с использованием средств мобильной связи в центр хранения измерений.

Основой центра хранения измерений является транзакционная база данных, построенная в соответствии с архитектурой OLTP (Online Transaction Processing) [4]. Применение данного вида архитектуры обусловлено огромным количеством, но незначительными по объему транзакций, совершаемых в реальном времени, что позволяет обеспечить минимальное время отклика системы при сохранении новых данных и выборки последних измерений. Основными функциями центра хранения измерений является аутентификация запросов, приходящих от КИК и сохранения новых данных, а также возможности управления сетью КИК и получения информации о состоянии ее отдельных компонентов.

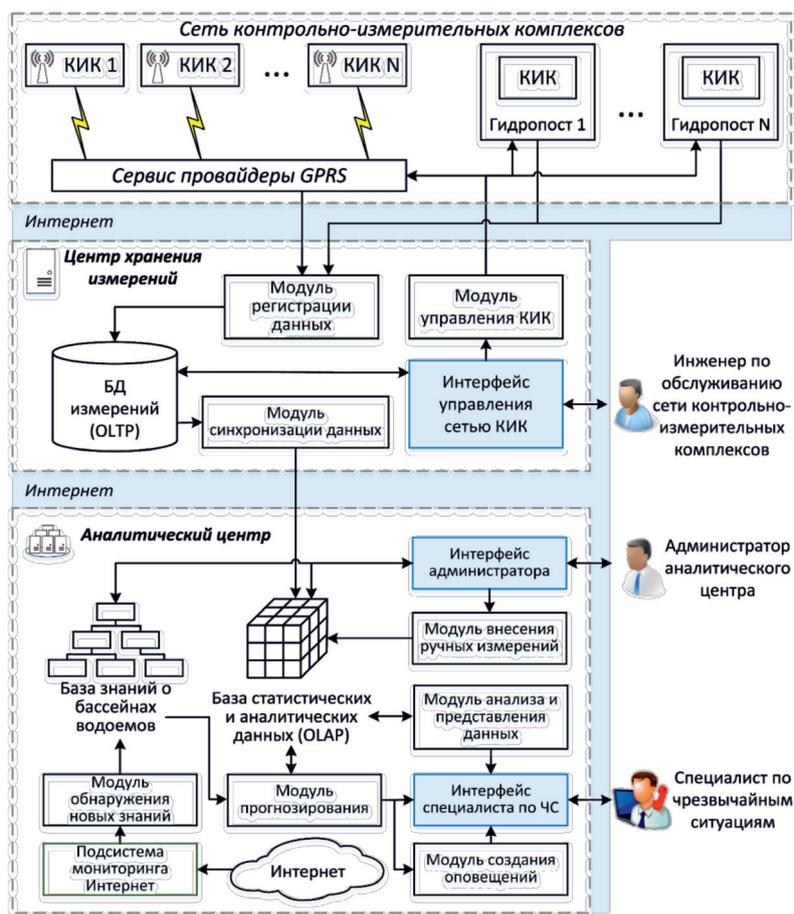


Рис. 1. Архитектура аналитической системы мониторинга бассейнов открытых водоемов

Аналитический центр предназначен для интеллектуального анализа данных, поступающих из различных источников, в том числе и из центра хранения измерений. В отличие от него основная база данных аналитического центра имеет многомерную структуру со множеством представлений и построена на базе архитектуры OLAP (online analytical processing) [5]. Такая структура позволяет обеспечить наи-

большую скорость доступа к различным аналитическим представлениям информации, созданным на основе анализа больших массивов данных, полученных от центра хранения измерений. В результате обработки данных в аналитическом центре производится прогнозирование ситуации в наблюдаемых районах, а также представление разносторонних отчетов и оповещение специалистов по чрезвычайным ситуациям.

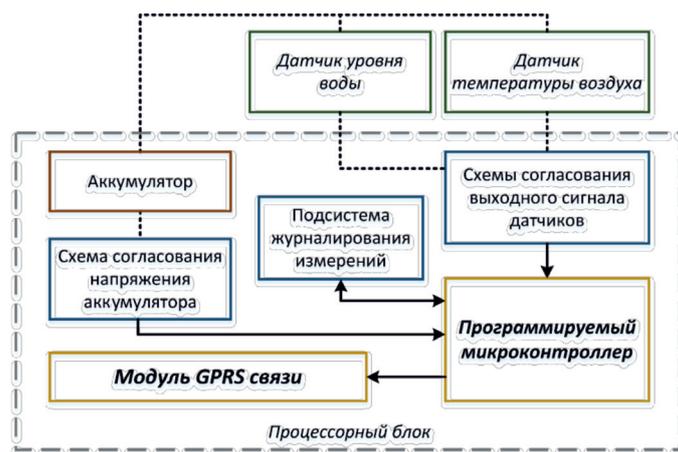


Рис. 2. Структурная схема контрольно-измерительного комплекса

Сеть контрольно-измерительных комплексов

Классические средства контроля состояния водоемов на гидропостах, накопление данных, и передача их через стационарные средства связи являются малоэффективными и не позволяют вести мониторинг ситуации в реальном времени для удаленного специалиста, а также в связи с малым объемом измерительных данных в краткосрочный период они не позволяют составлять точные и ранние прогнозы развития опасной ситуации. Для этого необходима автоматизация средств измерения и передачи данных с последующей их централизованной обработкой.

Для этих условий были разработаны собственные контрольно-измерительные комплексы (КИК), представляющие собой процессорный блок, имеющий внутри схемы согласования сигнала, поступающего от датчиков, программируемый микроконтроллер, модуль GPRS и аккумулятор для питания схем процессорного блока и подключаемых датчиков (рис. 2) [6].

Программируемый микроконтроллер использует на входе сигнал от датчиков уровня воды и температуры, а также о текущем заряде аккумулятора. На основе данной информации он формирует HTTP запрос и отправляет его через GPRS модуль на сервер

хранения измерений. Каждый запрос может быть представлен в следующем виде:

$$P = \{ \langle n_p, v_p \rangle | n \in N_p, v_p \in \mathbb{R} \}, \quad (1)$$

где d – дата и точное время фиксации показаний каждого датчика в отдельных параметрах; P – множество параметров, измеряемых КИК; l_a – уровень напряжения на аккумуляторе (характеризует его оставшийся заряд); id – идентификационный номер контрольно-измерительного комплекса; n – порядковый номер передаваемого сообщения; $F(q')$ – хеш-функция, вычисляемая от конкатенации значений всех передаваемых параметров q' , вычисленная с секретным ключом k .

Множество передаваемых параметров измерения представляет собой набор пар, включающих имя и значение, и имеет следующий вид:

$$P = \{ \langle n_p, v_p \rangle | n \in N_p, v_p \in \mathbb{R} \}, \quad (2)$$

где n_p – имя параметра; v_p – значение параметра; N_p – полное множество типов параметров, анализируемое системой; \mathbb{R} – множество вещественных чисел. Полный перечень включаемых параметров в запрос, а также периодичность пересылки данных регулируются с помощью команд управления КИК.

Перед установкой датчика на место проведения измерений производится настройка контрольно-измерительного комплекса, в рамках которой задается идентификатор устройства и секретный ключ для вычисления хеш-функции. При получении запроса от КИК сервер выбирает в своей базе закрытый ключ по открытому идентификатору устройства и вычисляет хеш-функцию от всех переданных параметров. В случае если полученные значения при вычислении функций совпадают с переданной, то полученные данные заносятся в БД, иначе игнорируются.

Для реализации обратного управления контрольно-измерительным комплексом ему могут передаваться команды: перезагрузка, остановка передачи данных, возобновление передачи, повтор сообщений с определенного номера и др. Для этого от сервера хранения измерений посылаются сообщения, содержащие произвольный набор данных, в которое в произвольное место помещается идентификатор команды и ее параметры, а в конце помещается хеш-

функция переданных данных. Измерительный комплекс, получив данные, проверяет их аутентичность, вычисляя функцию с закрытым ключом, и если она совпадает, то производит поиск идентификатора любой команды и исполняет ее.

Использование в контрольно-измерительном комплексе модуля беспроводной связи, а также аккумуляторов позволяет значительно повысить мобильность данного комплекса, при этом позволяя размещать прибор вне наземных средств передачи данных, а также без использования стационарных силовых линий, которые также могут быть использованы в случае установки прибора в специально оборудованных гидростоях, имеющих средства коммуникации и подведенные силовые линии.

Центр хранения измерений

Все измеряемые данные приходят на http сервер в центре хранения измерений, после чего запросы обрабатываются модулем регистрации данных (рис. 3).

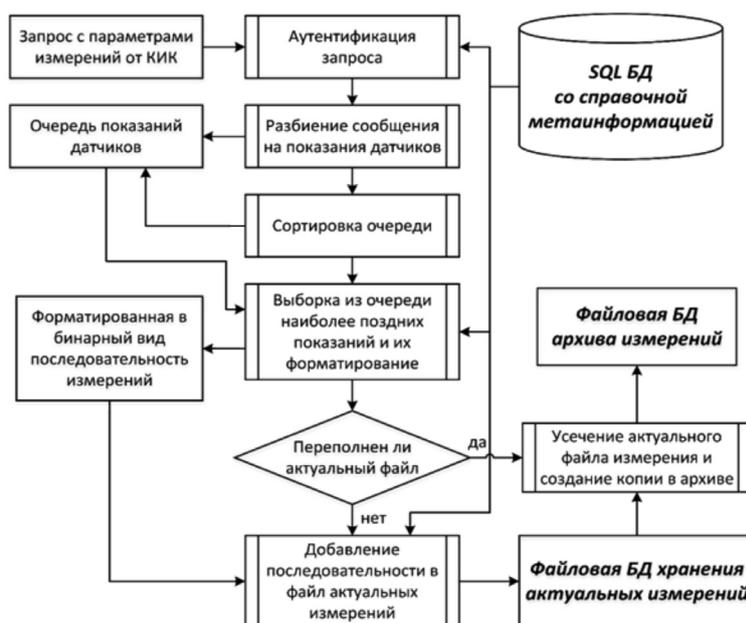


Рис. 3. Алгоритм регистрации сообщений от КИК

Задачи данного модуля – произвести аутентификацию принимаемых данных, а также, в случае если для приславшего запрос КИК имеется команда управления, выслать ему эту команду. При получении потока сообщений от КИК все они накапливаются в очереди. При этом сообщения разбиваются по отдельным типам датчиков и сортируются в хронологическом порядке их измерений. Таким образом, измерения, полученные от одного КИК в одном сообще-

щении, представляются в виде нескольких отдельных измерений одного устройства имеющих конкретные штампы времени. Из измерений датчиков различного типа формируются отдельные непрерывные потоки данных, которые последовательно сохраняются в OLTP базе данных [7].

Перед сохранением все полученные сообщения q транслируются в множество измерений $M_q(T:q \rightarrow M_q)$, где каждый элемент m_q представляет собой множество:

$$m_q = \{id_s, \{d, v_p | d \in q, v_p \in P\}\}, id_s = F(id, n_p), \quad (3)$$

где id_s – уникальный идентификатор датчика измерений, полученный из базы данных по идентификатору КИК ($id \in q$), имени передаваемого параметра $n_p \in P \in q$, которое характеризует тип измеряемого параметра. Кортеж m_p также содержит множество измерений, выбранных из очереди сообщений, где каждый элемент является парой даты и значения измерений d, v_p . База данных хранит измерения каждого датчика в отдельных файлах. При этом данная структура хранения позволяет гибко расширять систему за счет добавления модифицированных КИК с дополнительными или иными датчиками без изменения структуры хранения информации и внесения изменений в уже сохраненные данные. Все файлы пишутся линейно за счет добавления новых записей фиксированной длины в конец файлов в четко хронологическом порядке, что

позволяет привести к линейному возрастанию сложности записи при увеличении объема потока данных (количества измерений в секунду) и не приводит к деградации скорости записи при увеличении объема хранимых данных.

Данная структура БД не имеет ключей и не предназначена для выборки данных по значениям отдельных полей записей. Основные цели данной базы – обеспечить максимальную скорость осуществления транзакций записи данных, их резервирование и хранение. Выборка данных производится только линейно в заданном интервале записей. При достижении заданных объемов файлов создается его копия, которая помещается в архив, а размер рабочего актуального файла урезается до заданного значения, определяющего количество последних записей доступного для оперативного доступа.

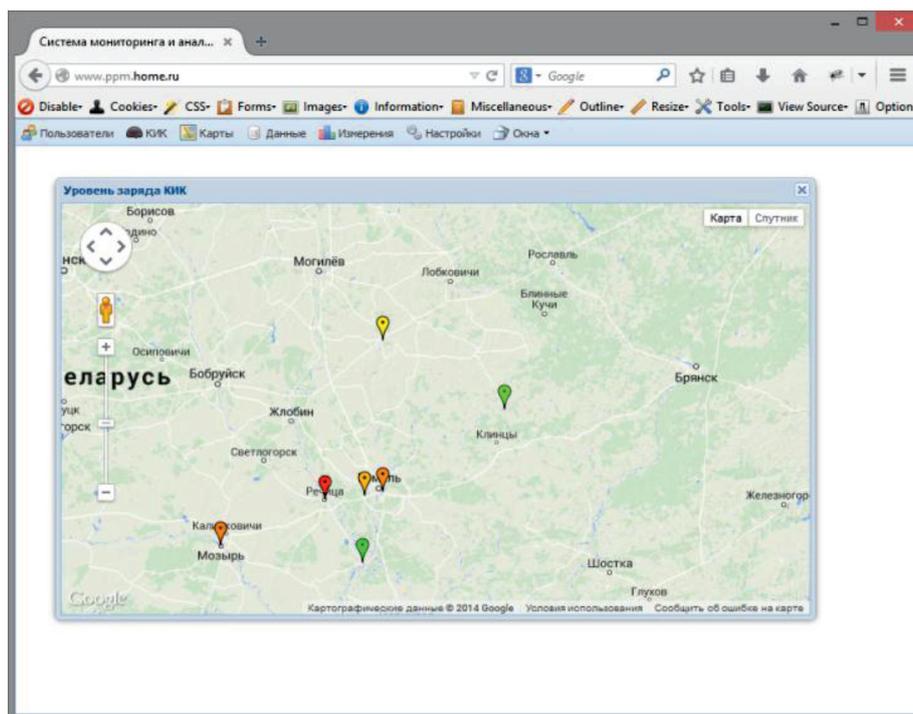


Рис. 4. Пример веб-интерфейса инженера по обслуживанию сети КИК

Центр хранения измерений имеет собственный веб-интерфейс, пользователем которого является инженер по обслуживанию сети контрольно-измерительных комплексов (рис. 4). Интерфейс предназначен для слежения за работоспособностью центра хранения измерений, настроек параметров OLTP базы данных и ее резервирования, регистрации новых и осуществления управле-

ния имеющимися КИК, а также получения актуального состояния сети измерительных приборов.

С использованием интерфейса инженер производит регистрацию новых КИК, для этого он вносит всю необходимую информацию о нем, после чего система выдает сгенерированный ключ и идентификатор устройства, который должен быть записан

в самом КИК. После установки на место измерений для КИК отправляется команда его включения в систему и заносится дата первого полученного сообщения как основная дата установки.

Также инженер обслуживания сети должен заносить в БД информацию о производимых работах с сетью, таких как установка новых КИК, замена аккумуляторов, ремонт, модернизация отдельных ее узлов.

Центр хранения информации может быть распределен по региональному принципу размещения датчиков, а также в случае необходимости уменьшения нагрузки на сервер в КИК могут быть установлены несколько различных адресов центров хранения для их чередования, в результате чего будет построена разнесенная база измерений.

Аналитический центр

Основной задачей аналитического центра является оперативный анализ данных и прогнозирование ситуации в наблюдаемом регионе. Результатом работы аналитического центра являются визуальное представление аналитических данных, специализированные отчеты об актуальной ситуации и разработанных прогнозах. Вся данная информация предоставляется специалисту по чрезвычайным ситуациям по средствам специально разработанного веб-интерфейса, в котором он также имеет возможность настройки подсистемы экстренного оповещения об ухудшении ситуации и неблагоприятных прогнозах.

Основой для анализа являются данные о состоянии наблюдаемых объектов, формируемых в центре хранения измерений. Для получения этих данных производится постоянная синхронизация через сеть Интернет с заданными параметрами точности получения измерений.

Преобразованные данные хранятся в базе статистических и аналитических данных. При этом неактуальные измерения, имеющие давность более года, используются для создания прогноза в виде статистических данных. Такие устаревшие данные необходимы для построения объективных моделей возможных развитий ситуации, а также в связи с циклическим повторением состояний объектов наблюдения.

Заключение

В статье рассмотрены основные принципы построения комплексной аналитической системы мониторинга бассейнов открытых водоемов и противопаводкового предупреждения. При построении системы предлагается производить автоматическую

регистрацию состояния водных бассейнов посредством сети контрольно-измерительных приборов, устанавливаемых в наиболее значимых точках водоемов, каждое из которых имеет несколько различных датчиков для проведения измерений в реальном времени.

Предложенная архитектура системы является гибко расширяемой и масштабируемой, что реализуется посредством разделения системы на процессинговый центр хранения измерений, построенный на базе структуры OLTP систем, и аналитического центра, использующий базы статистических и аналитических данных на базе OLAP, а также имеющий базу знаний о бассейнах водоемов представленную в виде онтологий. Взаимодействия всех узлов осуществляются посредством сети Интернет, что позволяет распределять узлы как логически по региональному признаку, так и географически.

Статья подготовлена в рамках гранта РФФИ «Исследование и разработка метода и автоматической системы противопаводкового мониторинга уровня воды открытых водоемов» (проект № 13-01-90351).

Список литературы

1. Аверченков В.И. Разработка принципов создания автоматизированной системы для мониторинга уровня воды в открытых водоемах / В.А. Шкаберин, В.И. Аверченков / Вестник Брянского государственного технического университета. Выпуск № 4.2013. – Брянск: БГТУ, 2013. – С. 143–148.
2. Аверченков В.И. Автоматизация процедур противопаводкового мониторинга уровня воды открытых водоемов / В.И. Аверченков, В.А. Шкаберин, Я.И. Лепих, В.И. Сантоний, Ю.В. Крышнев // Известия ВолГТУ. – 2014. – Вып. 20. – № 6 (133). – С. 92–97
3. Аверченков В.И. Исследование методов автоматизации противопаводкового мониторинга уровня воды открытых водоемов / В.И. Аверченков, В.А. Шкаберин, Н.Н. Ивкина, Я.И. Лепих, Ю.В. Крышнев // «Михайло-Архангельские чтения»: материалы VIII международной научно-практической конференции (15 ноября 2013 г., г. Рыбница). – Рыбница, 2013. – С. 310–311.
4. Николай Игнатович, IBM MQSeries: архитектура системы очередей сообщений. «Открытые Системы», 1999. – № 9–10.
5. Krzysztof J. Cios, Data Mining: A Knowledge Discovery Approach, Springer 2007, ISBN 978-0-387-33333-5 – Page 123 «4.2 OLAP Server Architectures».
6. Jim Gray and Andreas Reuter, Transaction Processing: Concepts and Techniques. p. cm, The Morgan Kaufmann series in data management systems. 1993.
7. Leonov E.A., Architecture and Self-learning Concept of Knowledge-Based Systems by Use Monitoring of Internet Network / Vladimir I.A., Averchenkov A.V., Kazakov Y.M., Leonov Y.A. // Knowledge-Based Software Engineering: Communications in Computer and Information Science., Springer International Publishing. – 2014. – Vol. 466. – P. 15–26.
8. Тюрин Ю.Н., Макаров А.А., Статистический анализ данных на компьютере / Под ред. В.Э. Фигурнова – М.: ИНФРА – М., 1998. – 528 с. ил.

References

1. Averchenkov V.I., Shkaberin V.A. Development of the principles of creation of the automated system for monitoring of water level in open water. Vestnik Bryansk state technical University. Issue no 4. Bryansk: BSTU, 2013, pp. 143–148.
2. Averchenkov V.I., Shkaberin V.A., Lepikh Ya.I., Santoniy V.I., Kryshnev Yu.V. Automation procedures protivopavodkovo monitoring of water level open water. Izvestiya VolGTU. 2014. Vol. 20, no 6 (133), pp. 92–97.
3. Averchenkov V.I., Shkaberin V.A., Ivkina N.N., Lepikh Ya.I., Kryshnev Yu.V. Research methods automation flood Monitoring level open water reservoir. Mikhailo-Arkhangelskie chteniya: materialy VIII mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (15 november 2013). Rybnitsa, 2013. pp. 310–311.
4. Nikolay Ignatovich. IBM MQSeries: the system architecture of message queues. «Open Systems», 1999, no 9–1.
5. Krzysztof J. Cios, Data Mining: A Knowledge Discovery Approach, Springer 2007, ISBN 978-0-387-33333-5. Page 123 «4.2 OLAP Server Architectures».
6. Jim Gray and Andreas Reuter, Transaction Processing: Concepts and Techniques. p. cm, The Morgan Kaufmann series in data management systems. 1993.

7. Leonov E.A., Architecture and Self-learning Concept of Knowledge-Based Systems by Use Monitoring of Internet Network / Vladimir I.A., Averchenkov A.V., Kazakov Y.M., Leonov Y.A. // Knowledge-Based Software Engineering: Communications in Computer and Information Science., Springer International Publishing, 2014, Vol. 466, pp. 15–26.

8. Tyurin Yu.N., Makarov A.A., Statistical data analysis on a computer / Ed. by V.E. Figurnova. M.: INFRA-M, 1998, 528 p.

Рецензенты:

Шведенко В.Н., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Информационные технологии» Костромского государственного технологического университета, г. Кострома;

Коськин А.В., д.т.н. профессор, проректор по информатизации ФГБОУ «Государственный университет учебно-научно-производственный комплекс», г. Орел.

Работа поступила в редакцию 05.12.2014.

УДК 621.794.61

КОМПЛЕКСНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА РЕАКЦИОННУЮ ЗОНУ ПРИ АНОДИРОВАНИИ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА Д16

Кусков В.Н., Коленчин Н.Ф., Шадрин П.Н.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, Тюмень, e-mail: vnkuskov@yandex.ru

Оценили воздействие вибрации анода, озона, ультразвука на толщину и твердость анодной оксидной пленки, полученной на алюминиевом сплаве Д16 в 10%-ном водном растворе серной кислоты в течение 30 минут при 10 °С. Применение вибрации анода в вертикальной плоскости без барботажа электролита дает максимальные значения толщины и твердости покрытия по сравнению с другими технологиями. Установлено, что введение озона в воздушную смесь для барботажа электролита при анодировании увеличивает конечную толщину оксидного покрытия на 30–67%, а одновременные ультразвуковое воздействие и продувка электролита озono-воздушной смесью – только на 7%. Однако твердость покрытия увеличивается на 2–5 HRC в зависимости от расположения электродов и частоты вибрации анода.

Ключевые слова: алюминиевый сплав, анодирование, озон, ультразвук, вибрация

THE COMPLEX EFFECT ON THE REACTION ZONE DURING ANODIZING OF ALUMINIUM ALLOY D16

Kuskov V.N., Kolenchin N.F., Shadrina P.N.

Tyumen State Oil and Gas University, Tyumen, e-mail: vnkuskov@yandex.ru

Evaluated the effects of vibration of the anode, ozone, ultrasound on the thickness and hardness of the anodic oxide film obtained on the aluminium alloy D16 in a 10% aqueous solution of sulfuric acid during 30 minutes at 10 °C. The application of the vibration of the anode in a vertical plane without bubbling of the electrolyte gives the maximum values of the thickness and hardness of the coating in comparison with other technologies. It is established that the introduction of the ozone-air mixture for bubbling of the electrolyte during anodizing increases the final thickness of the oxide coating by 30–67%, and simultaneous ultrasonic treatment and bubbling the electrolyte ozone-air mixture is only 7%. However, the hardness is increased by 2–5 HRC, depending on the location of the electrodes and the frequency of vibration of the anode.

Keywords: aluminum alloy, anodization, ozone, ultrasound, vibration

Анодирование алюминия и его сплавов давно и успешно используется в промышленности благодаря уникальным функциональным характеристикам образующегося оксидного покрытия. С целью дальнейшего повышения служебных свойств и интенсификации процесса разрабатываются новые составы электролитов, применяют импульсные режимы, программное изменение тока и напряжения, более активные окислители и поверхностно-активные вещества, дополнительное физическое воздействие на реакционную зону [2, 3, 6]. В работе оценили воздействие озона, ультразвука (УЗВ) и вибрации анода на толщину и твердость анодной оксидной пленки, полученной на алюминиевом сплаве Д16.

Цель исследования

Определить индивидуальное и совместное влияние указанных факторов и положения электродов в ванне на толщину и твердость оксидной пленки, полученной на сплаве Д16 при анодировании в водном растворе серной кислоты.

Материалы и методы исследования

Анодирование осуществляли в 10%-ном водном растворе серной кислоты в течение 30 минут при 10 °С, используя установку, схема которой приведена

в работах [1, 6]. Использовали образцы алюминиевого сплава Д16 размерами 60x30x3 мм. Начальная плотность тока составляла 5 А/дм², а затем она уменьшалась самопроизвольно. На заданную плотность тока выходили в течение 1 мин. Зазор между электродами указан в таблице. Частота вибрации анода составляла 100, 200 и 300 Гц, его перемещение осуществляли в вертикальной плоскости, а расположение электродов относительно друг друга было вертикальным или горизонтальным.

Осушенный и очищенный воздух пропускали через озонатор, получая 3 мг/л озона в смеси, скорость подачи которой в реакционную зону (барботаж) составляла 2 л/мин. Использовали ультразвуковую ванну УЗВ-13/150-МП-РЭЛТЕК с сочетанием частот 22 и 48 кГц.

Контроль O₃ в газовой и жидкой среде осуществляли с помощью двух озонметров «Медозон – 524/5». Толщину оксидных покрытий определяли многофункциональным электромагнитным толщиномером «Константа К5».

Результаты исследования и их обсуждение

В таблице приведены некоторые результаты исследования. Их анализ позволяет уточнить механизм комплексного воздействия физических факторов на реакционную зону при анодировании алюминия и его сплавов.

Прежде всего, следует отметить, что толщина и твердость покрытия, получен-

ного при анодировании сплава Д16 без барботажа электролита (образцы №№ 1–3), достигают максимальных значений по срав-

нению с другими технологиями. Этот интересный факт можно объяснить следующим образом.

Параметры анодирования и свойства покрытий

№ образца	Покрытие		Параметры вибрации анода			Технология анодирования
	толщина, мкм	твердость НРС	расположение электродов	частота	зазор	
1	46	74	горизонтальное	100	2	без барботажа
2	53	80	горизонтальное	200	2	
3	60	81	горизонтальное	300	2	
4	23	58	горизонтальное	100	2	барботаж воздушной смесью
5	25	60	горизонтальное	100	3	
6	28	61	горизонтальное	200	3	
7	29	62	горизонтальное	300	3	
8	22	58	вертикальное	100	1	
9	24	59	вертикальное	200	1	
10	27	62	вертикальное	300	1	
11	30	61	вертикальное	100	1	барботаж озоно-воздушной смесью
12	40	63	вертикальное	100	2	
13	39	64	вертикальное	200	2	
14	43	65	вертикальное	300	2	
15	27	60	горизонтальное	100	3	
16	37	62	горизонтальное	200	2	
17	39	63	горизонтальное	300	3	барботаж воздушной смесью + УЗВ
18	38	65	горизонтальное	100	3	
19	35	59	горизонтальное	200	3	
20	40	66	горизонтальное	300	3	
21	30	60	вертикальное	100	3	
22	29	63	вертикальное	200	3	
23	35	65	вертикальное	300	3	барботаж озоно-воздушной смесью + УЗВ
24	32	67	вертикальное	100	2	
25	34	67	вертикальное	200	2	
26	40	69	вертикальное	300	2	
27	26	64	горизонтальное	100	3	
28	35	65	горизонтальное	200	3	
29	37	65	горизонтальное	300	3	

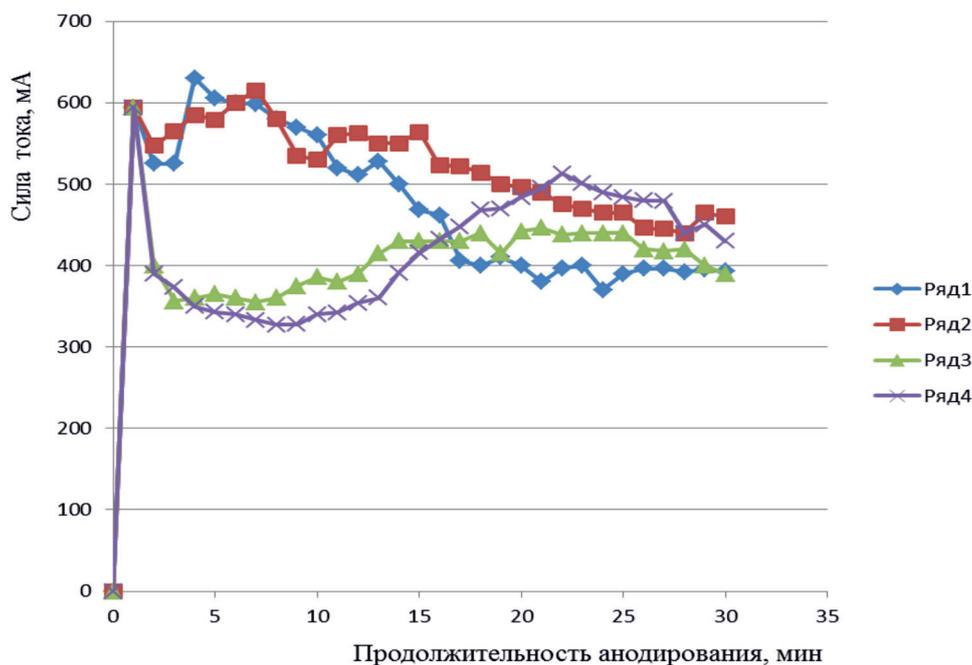
При отсутствии в электролите (и в межэлектродном пространстве, в том числе) специально организованного потока пузырьков газа, частично экранирующих поверхность электродов, сопротивление электролита уменьшается и ток возрастает. В результате увеличения прошедшего количества электричества возрастает толщина покрытия, а при повышении плотности тока и, как следствие, теплового и «электрокристаллизационного» воздействия в большей степени формируются кристаллы γ -оксида алюминия, а не аморфная оксидная пленка [4]. Примеры зависимости тока от времени приведены на рисунке. Видно, что в интервале со 2-й по 15–16-ю минуты величина тока при анодировании без барботажа выше.

При анодировании образцов №№ 1–3 наблюдаются небольших размеров пузыри, но их количество на порядок-два меньше, чем в других исследованных технологиях анодирования. Они представляют собой результат электролиза воды и кислоты: скорее всего, молекулярный водород.

Установлено, что введение озона в смесь с воздухом увеличивает конечную толщину оксида алюминия на 30–67% (образцы №№ 11–17 по сравнению с №№ 4–10). Применение ультразвукового воздействия на электролит снижает интенсивность формирования оксидного покрытия в случае добавления озона в газовую смесь, и конечная толщина покрытия за 30 мин анодирования оказывается

меньше приблизительно на 7% (образцы №№ 24–29 по сравнению с №№ 11–17), а при использовании барботажа воздухом увеличивается на 75% (сравните №№ 4–10

и №№ 18–23). Но в обоих случаях твердость покрытия увеличивается на 1–6 HRC в зависимости от расположения электродов и частоты вибрации анода.



Изменение величины тока со временем при анодировании образцов №№ 1 (ряд 1), 3 (ряд 2), 5 (ряд 3) и 7 (ряд 4)

При использовании ультразвука температура и давление в кавитационном пузыре могут достигать 10000 К и 100 МПа, а при его схлопывании распространяется ударная волна [5]. В таких условиях алюмогель покрытия может не только уплотняться механически, но и переходить в кристаллическую фазу [1, 6], что приведет к увеличению микротвердости и, как следствие, износостойкости. Сочетание вибрации с ультразвуком ухудшает результат анодирования. Предположительно, происходит «расфокусировка» ультразвуковой волны, что снижает энергетическое воздействие кавитационных пузырьков на поверхность растущего оксида. Это может быть обусловлено изменением толщины и строения двойного электрического слоя на границе твердого тела с электролитом.

Анализ экспериментальных данных позволяет выбрать параметры вибрации анода, позволяющие получить лучшие по толщине и твердости покрытия. В частности, зазор между электродами должен составлять 2–3 мм (образцы №№ 4–5 и 11–12), частота вибрации – 300 Гц. В процессе анодирования с барботажем воздушной смесью (в том числе, и с воздействием ультразвука)

предпочтительнее горизонтальное расположение электродов, а при использовании озono-воздушной смеси – вертикальное. Дело в том, что газовые смеси продуваются снизу (со дна ванны) и катод при горизонтальном расположении экранирует реакционную зону. При этом доступ озона к аноду затрудняется, воздух же изначально растворен в электролите межэлектродного пространства и взаимодействует с алюминиевым сплавом.

Выводы

1. Применение вибрации анода в вертикальной плоскости без барботажа электролита дает максимальные значения толщины и твердости покрытия, полученного при анодировании сплава Д16, по сравнению с другими технологиями. Использование дополнительных воздействий на реакционную зону заметно ухудшает свойства оксидной пленки.

2. Установлено, что введение озона в воздушную смесь для барботажа электролита при анодировании алюминиевого сплава Д16 в 10%-ном водном растворе серной кислоты увеличивает конечную толщину оксидного покрытия на 30–67%, а од-

современные ультразвуковое воздействие и продувка электролита озono-воздушной смесью – только на 7%. Однако твердость покрытия увеличивается на 2–5 НРС в зависимости от расположения электродов и частоты вибрации анода.

3. Ухудшение свойств (толщины и твердости) оксидного покрытия при совместном использовании вибрации и ультразвука происходит, предположительно, из-за «расфокусировки» ультразвуковой волны, что снижает энергетическое воздействие кавитационных пузырьков на поверхность растущего оксида. Это может быть обусловлено изменением толщины и строения двойного электрического слоя на границе твердого тела с электролитом.

Список литературы

1. Влияние озона и ультразвука на формирование и свойства анодного покрытия на алюминии и его сплавах / Н.Ф. Коленчин, В.Н. Кусков, А.В. Сафронов, П.Н. Шадрин // Вестник Магнитогорского государственного технического университета имени Г.И. Носова. – 2013. – № 2. – С. 52–55.
2. Коленчин Н.Ф., Кусков В.Н. Применение озono-воздушной смеси для интенсификации процессов анодирования алюминиевого сплава АК7ч // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2013. – № 2. – С. 6–8.
3. Коленчин Н.Ф., Кусков В.Н. Увеличение срока эксплуатации нефтепромыслового оборудования за счет замены материала деталей // Известия Самарского научного центра РАН. – 2011. – Т. 13, № 1–2. – С. 456–458.
4. Особенности роста покрытия при микродуговом оксидировании алюминиевых сплавов / В.Н. Кусков, Ю.Н. Ку-

сков, И.М. Ковенский, Н.И. Матвеев // Физика и химия обработки материалов. – 1990. – № 6. – С. 101–103.

5. Промтов М.А. Перспективы применения кавитационных технологий для интенсификации химико-технологических процессов // Вестник ТГТУ. – 2008. – Т. 14, № 14. – С. 861–869.

6. Кусков В.Н., Коленчин Н.Ф., Шадрин П.Н., Сафронов А.В. Структура и свойства анодной оксидной пленки на алюминии и сплаве Д16 / В.Н. Кусков. – С. 625–629.

References

1. Kolenchin N.F., Kuskov V.N., Safronov A.V., Shadrina P.N. Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta imeni G.I. Nosova. 2013. no 2. pp. 52–55.
2. Kolenchin N.F., Kuskov V.N. Uprochnjajushhie tehnologii i pokrytija. 2013. no 2. pp. 6–8.
3. Kolenchin N.F., Kuskov V.N. Izvestija Samarskogo nauchnogo centra RAN. 2011. T. 13. no 1. 2. pp. 456–458.
4. Kuskov V.N., Kuskov Ju.N., Kovenskij I.M., Matveev N.I. Fizika i himija obrabotki materialov. 1990. no 6. pp. 101–103.
5. Promtov M.A. Vestnik TGTU. 2008. T. 14. no 14. pp. 861–869.
6. Kuskov V.N., Kolenchin N.F., Shadrina P.N., Safronov A.V. Fundamental'nye issledovanija. – 2012. no 11 (chast' 3). pp. 625–629.

Рецензенты:

Овчинников В.П., д.т.н., профессор, главный научный сотрудник, Тюменский государственный архитектурно-строительный университет, г. Тюмень;

Тарасенко А.А., д.т.н., профессор, генеральный директор ТРО ООО «АИОР», г. Тюмень.

Работа поступила в редакцию 05.12.2014.

УДК 538.911+54.057

МЕХАНИКО-ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СИНТЕЗИРОВАННОГО МЕТОДОМ СВС-МЕТАЛЛУРГИИ СПЛАВА КАК СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПАКТНЫХ ТУГОПЛАВКИХ МАТЕРИАЛОВ С ОДНОРОДНОЙ УЛЬТРАМЕЛКОЗЕРНИСТОЙ СТРУКТУРОЙ

Колобов Ю.Р., Божко С.А., Санин В.Н., Икорников Д.М., Юхвид В.И.

*Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения РАН,
Черноголовка, e-mail: isman@ism.ac.ru*

Исследованы возможности получения объемных образцов сплава системы Co-Cr-Mo с однородной ультрамелкозернистой структурой с использованием комбинированной технологии, включающей синтез литого материала методом СВС-металлургии и последующую механико-термическую обработку. Методом рентгенофазового анализа и растровой электронной микроскопии проведен анализ структурно-фазового состояния сплава, формируемого в ходе синтеза, а также зеренно-субзеренной структуры, полученной в результате механико-термической обработки при разных степенях деформации. В качестве основных характеристик в ходе анализа определялись: степень однородности распределения дисперсных фазовых включений, а также степень измельчения и морфология зерен, образованных в результате обработки. На основании визуального анализа синтезированных методом СВС-металлургии образцов и растровой электронной микроскопии образцов, полученных в ходе обработки, проводится обоснование оптимальных режимов получения литого сплава методом СВС-металлургии и последующей механико-термической обработки.

Ключевые слова: тугоплавкий сплав, СВС-металлургия, механико-термическая обработка, ультрамелкозернистая структура

THERMO MECHANICAL PROCESSING OF ALLOY SYNTHESIZED BY SHS-METALLURGY AS A WAY OF PREPARING COMPACT REFRACTORY MATERIALS WITH HOMOGENEOUS ULTRA-FINE GRAINED STRUCTURE

Kolobov Y.R., Bozhko S.A., Sanin V.N., Ikornikov D.M., Yukhvid V.I.

*Institute of Structural Macrokinetics and Materials Science RAS,
Chernogolovka, e-mail: isman@ism.ac.ru*

The possibilities of obtaining bulk samples of the alloy system Co-Cr-Mo with homogeneous ultra-fine grain structure using a combination of technologies were studied. The combination of technologies involves the synthesis of cast material by SHS-metallurgy and subsequent thermo mechanical treatment. The structural-phase state of the alloy formed during the synthesis was analyzed using by method of X-ray diffraction and scanning electron microscopy as well as grain-subgrain structure obtained as a result of thermo mechanical treatment at different degrees of deformation. The main characteristics determined by the analysis are: the degree of homogeneity for distribution of disperse phase inclusions, the reduction ratio and the morphology of the grains formed after processing. Justification of optimum modes to obtain of cast alloy by SHS metallurgy and subsequent thermo mechanical treatment is carried out based on results of visual analysis of synthesized by SHS-metallurgy samples and scanning electron microscopy of the samples obtained during the treatment.

Keywords: refractory alloy, SHS-metallurgy, thermo mechanical treatment, ultrafine grain structure

На сегодняшний день требования, предъявляемые к комплексу физико-механических свойств материалов на основе тугоплавких сплавов постоянно растут, а традиционные способы получения таких материалов не могут в полной степени обеспечить необходимые характеристики. Помимо этого, для широкого круга указанных материалов существующие промышленные способы их получения связаны с большими финансовыми затратами.

В связи с этим актуальной проблемой для современной промышленности является разработка малозатратных и простых технологий по получению тугоплавких металлов и сплавов на их основе, позволяющих задавать необходимый уровень физико-механических свойств.

Одним из наиболее экономически эффективных способов получения тугоплав-

ких материалов является метод самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) [7], в основе которого лежит использование химической энергии (режим горения), высвобождаемой в процессе экзотермических реакций между исходными порошковыми компонентами. Конечными продуктами таких реакций зачастую являются спеченные пористые заготовки, состоящие из карбидов, боридов, силицидов и др. [8]. Для получения литых тугоплавких материалов и сплавов в режиме горения был разработан технологический вариант, объединяющий СВС и металлотермию, позже получивший название СВС-металлургия [8, 10]. Технологические особенности метода СВС-металлургии позволяют получать полиметаллические сплавы с равномерно распределенными компонентами, однако реализация высоких температур в процес-

се горения (выше температуры плавления компонентов) не позволяет в полной мере управлять формированием микроструктуры на стадии кристаллизации и остывания. Зачастую структура является неоднородной, что характерно для литых материалов.

Это существенно ограничивает применение СВС сплавов и требует проведения дополнительной механико-термической обработки (МТО) для получения однородной мелкодисперсной структуры.

В качестве перспективного метода обработки для получения ультрамелкозернистого или наноструктурированного состояния в материале, полученного методом СВС-металлургии, может быть использовано воздействие пластической деформацией сочетанием поперечно-винтовой и обычной сортовой прокатки. Данный метод позволяет получать компактные объёмные материалы с субмикрокронной или нанокристаллической структурой, обладающих уникальными механическими характеристиками: высокая прочность (повышения до 2–5 раз) и пластичность. Кроме того, ранее была продемонстрирована возможность

создания субмикрокристаллического и наноструктурного состояния в металлических материалах за счет использования простых традиционных методов обработки металлов давлением [2, 3, 5, 6].

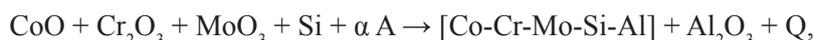
Цель настоящей работы: исследовать возможность получения беспористых сплавов системы Co-Cr-Mo с однородной ультрамелкозернистой структурой с использованием комбинации технологии СВС-металлургии и МТО. Как известно, указанные сплавы широко применяются как биосовместимые медицинские материалы, а также в качестве жаропрочных материалов [1].

Материалы и методы исследования

Для синтеза литого сплава на основе Co-Cr-Mo легированного Si и Al (Co_{28,0}Cr_{6,0}Mo_{1,0}Si_{0,5}Al) были использованы порошковые компоненты оксидов Co, Cr и Mo, а также Al и Si. Размер частиц исходных порошков не превышал 100 мкм.

Схема приготовления экзотермических составов включала: дозировку компонентов, смешивание в планетарном смесителе в течение 15 минут, засыпку шихты в графитовые формы диаметром 40 мм.

В общем виде химическую схему синтеза сплава можно представить как



где α Al подбирается, исходя из результатов термодинамических и фактического анализа состава сплава.

Для интенсификации процесса гравитационной сепарации и конвективного перемешивания расплава процесс синтеза сплава проводили в центробежной СВС-установке [9] при воздействии перегрузки 50 g.

Общая схема процесса СВС-синтеза литых материалов и его основные стадии приведены на рис. 1.

После воспламенения смеси электрической спиралью (1) по смеси распространяется фронт горения. За фронтом горения формируется слой расплава про-

дуктов горения. Расплав продуктов горения состоит из 2 фаз – металлической (целевой) и оксидной (Al₂O₃). Вследствие их взаимной нерастворимости и значительной разницы в удельных весах под действием гравитации происходит взаимное разделение. На завершающей стадии вследствие теплообмена с литейной формой расплав остывает и кристаллизуется. Образующийся слиток представляет собой двухслойный продукт, в котором нижний слой представляет собой металлический сплав, а верхний – оксидный раствор.

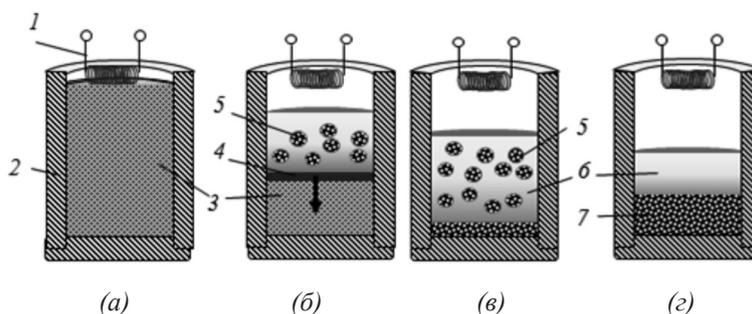


Рис. 1. Общая схема процесса СВС для изготовления литых материалов: (а) – приготовление смеси, (б) – горение состава (СВС), (в) – гравитационная сепарация фаз, (г) – кристаллизация и остывание расплава. 1 – иницирующая спираль; 2 – огнеупорная форма; 3 – экзотермическая смесь; 4 – фронт горения; 5 – металлические капли в оксидном расплаве; 6 – оксидная фаза (Al₂O₃); 7 – литой полиметаллический сплав (слиток)

Механико-термическая обработка полученных после синтеза сплавов проводилась методом сортовой прокатки в два цикла с логарифмической степенью

деформации $\epsilon = 0,57$ каждый. Температурный режим обработки определялся в соответствии с диаграммой состояния Co-Cr для двухкомпонентной системы

Co72% Cr28%, так как отсутствуют подробные данные для трехкомпонентной системы. Таким образом, температура нагрева под обработку составила 950 °С, что на 50 °С выше зоны полиморфного превращения $Co_{ГПУ} - Co_{ГЦК}$ и находится в области стабильности ГЦК-фазы [4]. После прокатки прутки закалялись в воде для фиксации твердого раствора.

Подготовку поверхности образцов для растровой электронной микроскопии проводили с помощью установки механического шлифования/полирования TegraPol-31 фирмы «Struers» с последующей электролитической полировкой поверхности шлифов в фосфорной кислоте при комнатной температуре, напряжении 2–5 В и выдержке до 5 мин.

Микроструктурный анализ полученных СВС-слитков и образцов после МТО проводился методом растровой электронной микроскопии (РЭМ) с использованием микроскопов фирмы FEI и Carl Zeiss с полевой эмиссией. Съемка производилась в режиме обратнорассеянных электронов.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ СВС-продуктов

На первом этапе исследований было необходимо подобрать оптимальный режим синтеза, обеспечивающий полное разделение фаз: оксидной (Al_2O_3) и металлической (Co-Cr-Mo). Визуальный анализ образцов показал, что оптимальной областью перегрузок для синтеза исследуемого сплава является 40–50 г. Слитки, полученные в этих услови-

ях, имели вес близкий к расчетному (около 98 вес.%), а потеря массы (разброс) состава в процессе горения не превышал 1,5 вес.%. Металлический и оксидный слои после синтеза механически легко разделялись на 2 слоя: 1 – целевой сплав, 2 – оксидный слой (Al_2O_3). Образцы сплава, полученные в оптимальной области перегрузок, не имели видимой усадочной пористости. В центре верхней части образцов присутствовала небольшая усадочная раковина, что является характерным признаком литого состояния.

Химический анализ продуктов синтеза представлен в табл. 1. Видно, что состав полученного сплава очень близок к расчетному.

Таблица 1

Расчетный и фактический состав исследуемого сплава

Состав, вес. %	Co	Cr	Mo	Si	Al
Расчетный	Основа	28,0	6,0	1,0	0,5
Экспериментальный	Основа	27,7	5,8	1,2	0,7

На рис. 2 представлена микроструктура исследуемого СВС-сплава после синтеза. Результаты локального элементного анализа представлены в табл. 2.

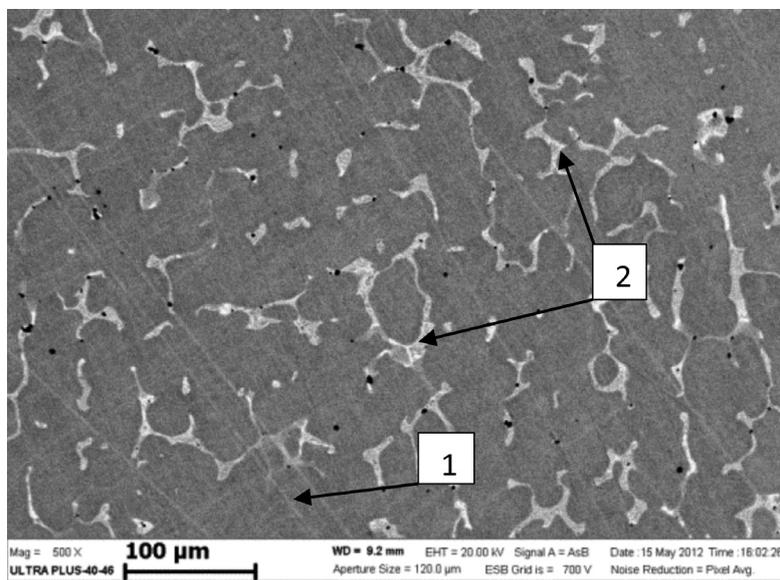


Рис. 2. Микроструктура сплава Co-Cr-Mo, полученного методом СВС-металлургии. 1 – матрица, 2 – частицы, обогащенные Mo. Растровая электронная микроскопия

Исходя из анализа представленных данных видно, что синтезированный СВС-сплав имеет гетерофазную структуру, состоящую из матрицы на основе твердого раствора Co с равномерно распределенными выделениями частиц с по-

вышенным относительно матрицы содержанием Mo.

Кроме того, в объеме слитка имеются включения (темные точки, рис. 2) размером 1–2 мкм, элементный состав которых близок к оксиду алюминия (Al – 47, 92%

О – 50, 73%). Присутствие частиц оксида алюминия в структуре можно объяснить неполным протеканием процесса разделения металлической и оксидной фаз. Это происходит вследствие интенсивного теплообме-

на высокотемпературного расплава и материала тугоплавкой формы. Предполагается, что с увеличением массы слитка неметаллических включений будет меньше, однако это требует дополнительных исследований.

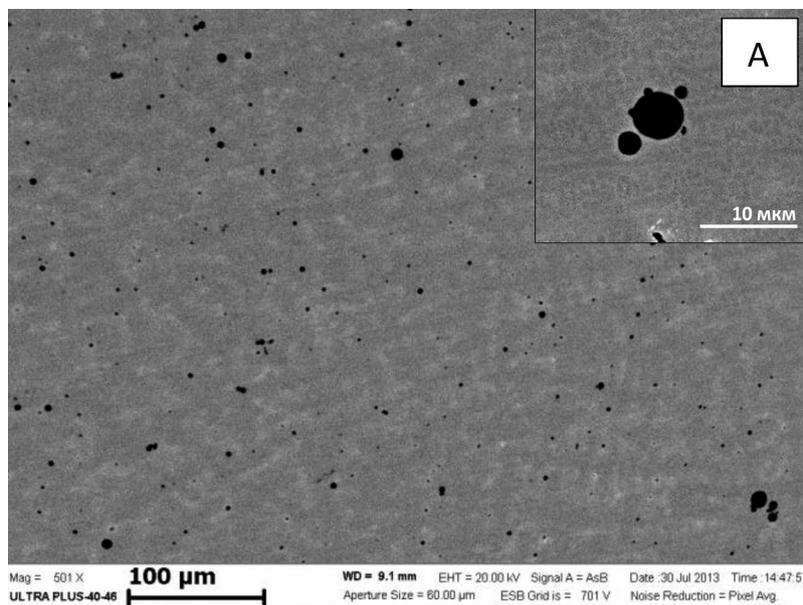
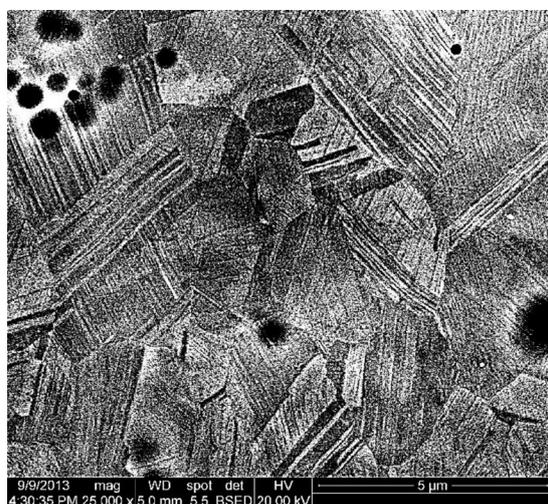
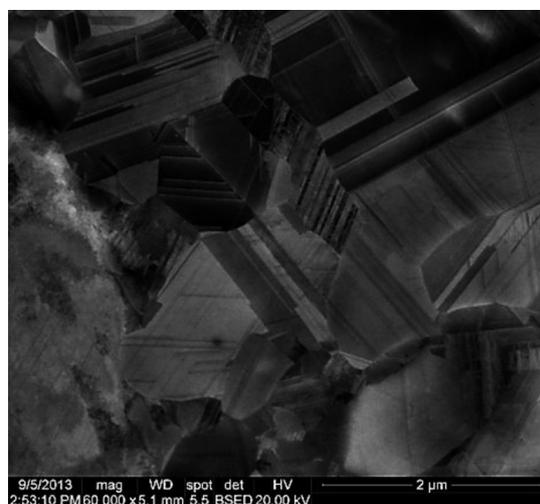


Рис. 3. Поверхность нетравленного образца после 1-го цикла механико-термической обработки. А – увеличенное изображение частицы оксида алюминия. Растровая электронная микроскопия



(а)



(б)

Рис. 4. Изображение зеренной структуры образцов после: а) – первого и б) – второго цикла МТО. Растровая электронная микроскопия

Таблица 2

Результаты элементного анализа в местах съемки, указанных на рис. 2

Состав, вес. %	Co	Cr	Mo	Al
1	71,54	22,35	4,55	1,57
2	63,93	24,20	10,15	1,73

Фазово-структурное состояние материала после СВС и воздействия пластической деформацией

Синтезированный сплав в виде прутка был подвергнут МТО в два цикла. В образцах, исследованных после проведения МТО, также обнаружено присутствие в матрице

неметаллических частиц округлой формы, элементный состав которых близок к оксиду алюминия (рис. 3, А). Как показывает анализ, размер частиц и плотность распределения в матрице значительно снижается уже после первого цикла МТО, что связано, по-видимому, с интенсивным протеканием процессов диспергирования при одновременном воздействии повышенных температур и пластической деформации в ходе обработки.

После первого цикла МТО в объеме исследуемого материала формируются зерна с пластинчатой внутренней структурой и средним размером 2,3 мкм (рис. 4, а). Дальнейшая механико-термическая обработка (2-й цикл МТО) привела к формированию областей рекристаллизованных и нерекристаллизованных структур со средним размером зерен в рекристаллизованной области 710 нм и объемной долей около 31 % (рис. 4, б).

Заключение

На примере сплава системы Co-Cr-Mo показана возможность использования комбинированного подхода для получения компактных образцов сплавов на основе тугоплавких металлов с высокодисперсной структурой, включающий синтез литого материала методами СВС-металлургии и последующую механико-термическую обработку.

В результате обработки методом сортовой прокатки формируется бездефектная ультрамелкозернистая структура сплава с высокой степенью дисперсности и средним размером элементов зеренно-субзеренной структуры порядка 700 нм.

На основе полученных результатов данный подход можно считать перспективным направлением исследований в области создания новых технологий получения материалов на основе тугоплавких сплавов с повышенными физико-механическими характеристиками.

Работа выполнена при финансовой поддержке контракта Министерства образования и науки РФ № 02.G25.31.0103.

Список литературы

1. Авиационные материалы: научно-технический сборник / ВИАМ; [под ред. Е.Н. Каблова]. Москва. 2007. – 72 с.
2. Иванов М.Б., Пенкин А.В., Колобов Ю.Р., Голосов Е.В., Нечаенко Д.А., Божко С.А. Теплая поперечно-винтовая прокатка в волках конической формы как метод интенсивной пластической деформации // Деформация и разрушение материалов. – 2010. – № 9. – С. 13–18.
3. Колобов Ю.Р. Технология формирования структуры и свойств титановых сплавов для медицинских имплантатов с биоактивными покрытиями // Российские нанотехнологии. – 2009. – № 11–12. – С. 69–81.
4. Лякишев Н.П. Диаграмма состояния двойных металлических систем. Справочник. – М.: Машиностроение, 1997. – Т. 2. – 1024 с.

5. Пенкин А.В., Голосов Е.В., Иванов М.Б., Колобов Ю.Р. Особенности формирования УМЗ структуры в прутках из нелегированного титана при различных видах тепловой винтовой прокатки // Физика прочности и пластичности материалов: Сб. тез. XVII Межд. Конф. (23–25 июня 2009 г., Самара). – Самара: Самарский гос. тех. Ун-т, 2009. – С. 152–153.

6. Пенкин А.В., Колобов Ю.Р., Иванов М.Б., Голосов Е.В. Разработка технологии получения полуфабрикатов из наноструктурного титана медицинского назначения / Нанотехнологии – производству: Труды школы-семинара (21–26 сент. 2009 г., Москва). М.: Изд-во МИСиС, 2009. – С. 185–187.

7. Merzhanov A.G. Self-propagating high temperature synthesis: Twenty years of search and findings // Combustion and Plasma Synthesis of High-Temperature Materials, edited by Z.A. Munir and J.B. Holt, et al., pp. 1-53, New York: VCH, 1990.

8. Merzhanov A.G. SHS technology // Adv. Mater. – 1992. – Vol. 4. – № 4. – P. 294–295.

9. Sanin V., Andreev D., Ikornikov D. and Yukhvid V. Cast Intermetallic Alloys by SHS Under High Gravity. Journal Acta physica polonica A. – 2011. – Vol. 120. – № 2. – P. 331–335.

10. Yukhvid V.I. Modifications of SHS processes // Pure and Appl. Chem., 1992. – Vol. 64. – № 7. – P. 977–988.

References

1. *Aviacionnye materialy: nauchno-tehnicheskij sbornik* [Aviation materials: scientific and technical journal edited by E.N. Kablov.] Moscow. VIAM, 2007, 72 p.
2. Ivanov M.B., Penkin A.V., Kolobov Yu.R., Golosov E.V., Nechaenko D.A., Bozhko S.A. Deformacija i razrushenie materialov. 2010. no. 9. pp. 13–18.
3. Kolobov Yu.R. Rossijskie nanotehnologii. 2009. no.11-12. pp. 69–81.
4. Ljakishev N.P. *Diagramma sostojanija dvojnih metallicheskikh sistem: Spravochnik. Kn. 2* [Diagrams of binary metallic systems: Directory Vol. 2]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1997. T. 2. 1024 p.
5. Penkin A.V., Golosov E.V., Ivanov M.B., Kolobov Yu.R. *Fizika prochnosti i plastichnosti materialov: Sb. tez. XVII Mezhd. Konf.* (Physics of strength and plasticity of materials: book of abstracts XVII International Conference) Samara, 2009, pp. 152–153.
6. Penkin A.V., Kolobov Yu.R., Ivanov M.B., Golosov E.V. *Nanotehnologii – proizvodstvu: Tруды shkoly-seminara* (Nanotechnology for production: Proc. school-seminar). Moscow. 2009, pp. 185–187.
7. Merzhanov A.G., «Self-propagating high temperature synthesis: Twenty years of search and findings» // Combustion and Plasma Synthesis of High-Temperature Materials, edited by Z.A. Munir and J.B. Holt, et al., pp. 1-53, New York: VCH, 1990.
8. Merzhanov A.G. SHS technology. // Adv. Mater., 1992, v. 4, no. 4, pp. 294–295.
9. Sanin V., Andreev D., Ikornikov D. and Yukhvid V. Cast Intermetallic Alloys by SHS Under High Gravity. Journal Acta physica polonica A. 2011, v. 120, no. 2, pp. 331–335.
10. Yukhvid V.I. Modifications of SHS processes. // Pure and Appl. Chem., 1992, Vol. 64, no 7, pp. 977–988.

Рецензенты:

Страумал Б.Б., д.ф.-м.н., профессор, заведующий лабораторией, ФГБУН «Институт физики твердого тела Российской академии наук», г. Черноголовка;

Рогачев А.С., д.ф.-м.н., профессор, заведующий лабораторией, ФГБУН «Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения Российской академии наук», г. Черноголовка.

Работа поступила в редакцию 05.12.2014.

УДК 54-138, 632.934.1, 541.182.2/3

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ДИСКОВОГО ИМПАКТОРА

¹Крючков А.В., ¹Смирнов М.Б., ²Поярков А.Ю.

¹Филиал ФГБУ «48 Центральный научно-исследовательский институт» Министерства обороны Российской Федерации, Киров, e-mail: kryuchkov.57@bk.ru;

²Управление начальника войск РХБЗ Вооруженных Сил Российской Федерации, Москва, e-mail: garyu1971@yandex.ru

Статья посвящена вопросам расчета параметров дискового импактора, предназначенного для определения дисперсного состава аэрозолей. Выведено соотношение для расчета эффективности осаждения частиц на подложках дискового импактора в зависимости от расхода воздуха, размеров каскадов импактора, размера (диаметра) и плотности частиц аэрозоля. Решено уравнение движения частицы в потоке воздуха, проходящего через щелевое отверстие в каскаде дискового импактора. В выводе уравнений предполагалось, что частицы имеют сферическую форму и любое их касание к подложке приводит к осаждению. Получено следующее выражение для минимального диаметра d_+ частиц, которые все осадут на подложку каскада: $d_+ \sqrt{C_c} = 3\sqrt{2} \mu S / (\rho_1 v)$, и соотношение для максимального диаметра частиц d_- , которые пройдут каскад без оседания: $d_- \sqrt{C_c} = 3\sqrt{\mu S / (2\rho_1 v)}$, где C_c – поправка Каннингема, μ – динамическая вязкость, S – расстояние от среза сопла до подложки, ρ_1 – плотность частицы, v – скорость воздуха. Полученные соотношения использованы при расчете и конструировании дискового импактора.

Ключевые слова: импактор, эффективность осаждения, время релаксации, подложка

CALCULATION OF PARAMETERS OF DISK IMPACTOR

¹Kryuchkov A.V., ¹Smirnov M.B., ²Poyarkov A.Y.

¹Affiliation of the Federal state establishment «48 Central Research and Development Institute» Russian Federation Ministry of Defense, Kirov, e-mail: kryuchkov.57@bk.ru;

²The office of the chief forces of radiation, chemical and biological protection of the Armed Forces of the Russian Federation, Moscow, e-mail: garyu1971@yandex.ru

The article is devoted to the calculation parameters of the disk impactor intended for determining the particle size distribution of aerosols. Displayed value to calculate the efficiency of deposition of particles on the substrate disk impactor depending on air flow rate, the dimensions of the stages of the impactor, size (diameter) and density of aerosol particles. Solved the equation of motion of a particle in the stream of air passing through the slotted hole in the cascade disk impactor. In the derivation of the equations, it was assumed that the particles have a spherical shape and any touch to the substrate leads to the deposition. Obtained the following expression for the minimum diameter d_+ particles, all of which will settle on the substrate stage: $d_+ \sqrt{C_c} = 3\sqrt{2} \mu S / (\rho_1 v)$, and the ratio of the maximum particle diameter d_- , which will be held the helmet without subsidence: $d_- \sqrt{C_c} = 3\sqrt{\mu S / (2\rho_1 v)}$, where C_c is Cunningham amendment, μ – the dynamic viscosity, S – the distance from the nozzle to the substrate, ρ_1 – the density of the particle, v – the velocity of the air. The obtained ratios are used in the calculation and design of disk impactor.

Keywords: impactor, the deposition efficiency, the relaxation time, the substrate

Для фракционного осаждения частиц аэрозоля с целью определения их размеров и концентрации в дисперсионной среде используют импакторы (от *impactum* (лат.) – толкать, вталкивать). Существуют разнообразные конструкции этих устройств [2, 4]. Так, например, одним из наиболее распространенных является каскадный импактор Мэя. Работа импакторов основана на использовании эффекта инерционного движения частиц при резком изменении направления потока дисперсионной среды (воздуха). При изменении направления воздушного потока содержащиеся в нем частицы стремятся продолжить движение в прежнем направлении и сталкиваются с поверхностью, размещенной, как правило, перпендикулярно исходному направлению потока аэрозоля.

Воздух, несущий частицы аэрозоля, поступает в импактор с постоянной скоростью. Входное сопло первого каскада имеет самую широкую щель и на выходе из него

скорость потока самая низкая. Апертура щелей от каскада к каскаду последовательно снижается, а скорость потока аэрозоля ступенчато возрастает до максимального значения на выходе из щели сопла последнего каскада. В щелевом импакторе частицы аэрозоля, достигшие препятствий – пластин, с нанесенным на них адгезионным слоем и установленных в каскадах импактора вплотную к апертуре щелей, – фиксируются на них. Количественным анализом определяют массу или количество осевших на пластинах частиц. По соотношению масс или числа частиц, осевших на разных каскадах импактора, определяют дисперсный состав аэрозоля, а с учетом времени отбора проб аэрозоля и расхода воздуха через импактор – пофракционную концентрацию аэрозольных частиц в воздухе.

Разработаны теоретические основы расчета импакторов, и проведены экспериментальные исследования по осаждению

частиц аэрозоля на подложки (например, [1, 3, 5, 6]).

Целью настоящего исследования являлось:
– определение зависимости эффективности осаждения аэрозольных частиц на подложку каскада дискового импактора от апертуры щели, расхода воздуха, размеров частиц и их плотности, расстояния от щели до центра импактора;

– разработка методики расчета дискового импактора на основе полученных зависимостей эффективности осаждения частиц.

В исследовании использованы метод математического моделирования – описание движения аэрозольных частиц под воздействием воздушного потока диффе-

ренциальными уравнениями, и отчасти экспериментальный метод – проведен ряд испытаний разработанного на основе полученных теоретических соотношений дискового импактора на монодисперсных аэрозолях.

Оценим эффективность каскадов дискового импактора, в котором частицы аэрозоля проходят последовательно через каскады, представляющие собой концентрические щели. При этом расстояние от щели до центра импактора (радиус кривизны щели каскада) от каскада к каскаду уменьшается, а скорость воздуха возрастает.

На рис. 1 представлено сечение одного из каскадов дискового импактора.

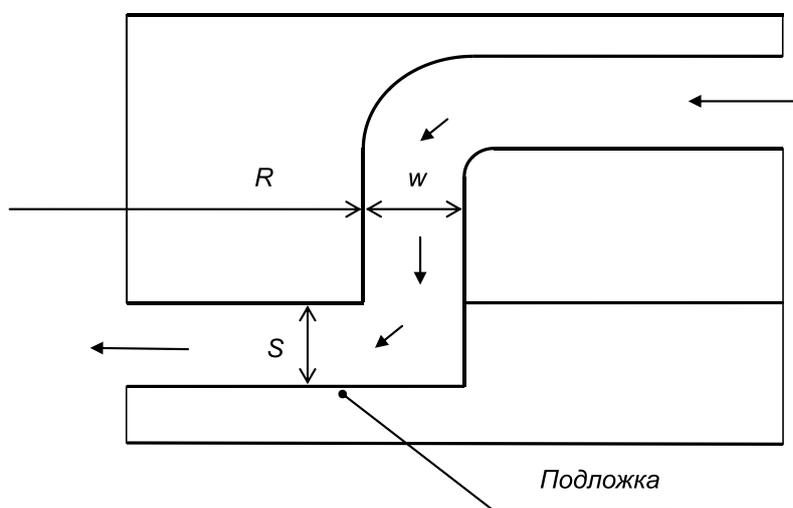


Рис. 1. Схема каскада дискового импактора

Скорость воздуха на входе в каскад равна

$$v = \frac{Q}{2\pi R w}, \quad (1)$$

где Q – объемный расход воздуха, $\text{м}^3/\text{с}$; R – расстояние от щели каскада до центра импактора (радиус закругления щелевого отверстия каскада), м ; w – ширина щели каскада (апертуры сопла), м . Предполагается, что $R \gg w$.

Максимальная эффективность импактора ε является отношением расстояния δ , на которое смещаются с линии тока в направлении подложки частицы, прошедшие каскад, к ширине апертуры сопла w :

$$\varepsilon = \delta / w. \quad (2)$$

Частицы с диаметром d будут смещаться с линии тока до тех пор, пока не потеряют свою первоначальную скорость в том направлении, которое они имели на входе в щель, т.е. нормально к поверхности осаж-

дения. В общем случае это расстояние δ не больше расстояния S от среза щелевого отверстия каскада до подложки и равно расстоянию торможения частиц [3]:

$$\delta = \tau v, \quad (3)$$

где τ – время релаксации, которое можно рассчитать по формуле [3]:

$$\tau = \rho_1 d^2 C_c / (18 \mu). \quad (4)$$

В этой формуле: ρ_1 – плотность частиц, d – их диаметр, C_c – поправка Каннингема, μ – динамическая вязкость воздуха.

Максимальная эффективность каскада импактора с учетом соотношения (3) определяется из выражения

$$\varepsilon = \tau v / w \quad (5)$$

или для импактора с конструктивным соотношением размеров $S = w$:

$$\varepsilon = \tau v / S. \quad (6)$$

Приведем пример, позволяющий оценить порядок значений характеристик импактора в отношении частиц аэрозоля с плотностью, близкой к плотности воды.

Пример. Входное щелевое отверстие импактора имеет радиус закругления $R = 5 \cdot 10^{-2}$ м и ширину щели $w = 1 \cdot 10^{-3}$ м. Определить расход воздуха через импактор, который необходим для полного осаждения

частиц диаметром $10 \cdot 10^{-6}$ м (10 мкм) и плотностью $\rho_1 = 1000$ кг/м³ (1 г/см³). Динамическая вязкость воздуха при 20 °С и нормальном давлении равна $\mu = 1,83 \cdot 10^{-5}$ Па·с.

Решение. Время релаксации частиц $\tau = \rho_1 d^2 C_c / (18 \mu) = 3,09 \cdot 10^{-4}$ с. Так как максимальная эффективность каскада импактора $\varepsilon = \tau v / w$, то скорость и расход воздуха должны быть равными соответственно:

$$v = \varepsilon w / \tau = 1,0 \cdot 1 \cdot 10^{-3} / (3,09 \cdot 10^{-4}) = 3,24 \text{ м/с}$$

$$\text{и } Q = 2\pi R \cdot w \cdot v = (6,28 \cdot 5 \cdot 10^{-2} \cdot 1 \cdot 10^{-3}) \cdot 3,24 = 1,0210^{-3} \text{ м}^3/\text{с} \text{ (61,2 л/мин)}.$$

Все частицы со временем релаксации, большим, чем

$$\tau_+ = S / v, \quad (7)$$

достигнут подложки и осядут на ней.

Учитывая формулу (4), связывающую время релаксации с диаметром частицы, из соотношения (7) можно найти минимальный диаметр d_+ частиц, которые все осядут на подложку каскада:

$$d_+ \sqrt{C_c} = 3 \sqrt{2 \mu \cdot S / (\rho_1 v)}. \quad (8)$$

Анализ поля скоростей в щелевом импакторе показывает, что существует значение числа Стокса, равное 1/4, ниже которого импакции частиц не происходит [3]. Правая часть в формуле (6) равна числу Стокса, так что получаем, что частицы с диаметром меньшим, чем

$$d_- \sqrt{C_c} = 3 \sqrt{\mu \cdot S / (2 \rho_1 v)}, \quad (9)$$

пройдут каскад, не оседая на его подложку.

Эффективность осаждения частиц с диаметрами ниже d_+ будет уменьшаться в соответствии со следующим соотношением

$$\varepsilon = \rho_1 d^2 C_c v / (18 \mu S). \quad (10)$$

Следует, однако, отметить, что расчет по формуле (10) может дать хорошее совпадение с экспериментальными данными лишь для частиц с диаметром больше некоторого d_* , которое больше в свою очередь d_- .

На основе полученных соотношений разработана методика расчета конструктивных параметров дискового импактора. Укрупненная схема алгоритма расчета параметров импактора для одного из вариантов методики представлена на рис. 2.

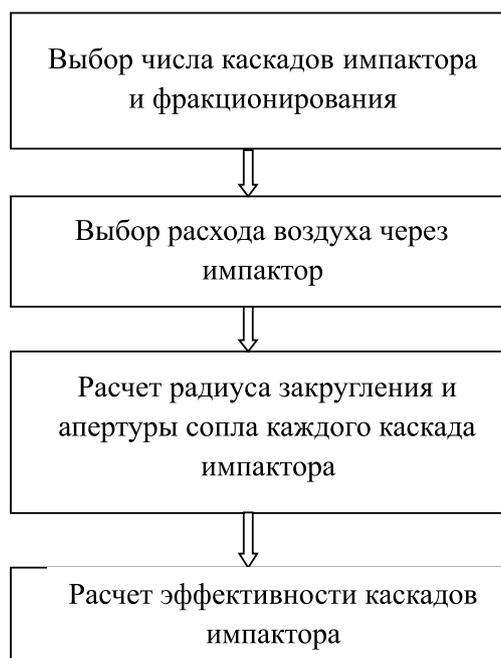


Рис. 2. Схема расчета конструктивных параметров дискового импактора

Следует отметить, что другой вариант методики предусматривает выбор максимального размера импактора (незначительно большего диаметра первого каскада) на начальных этапах расчета импактора с последующим расчетом необходимого расхода воздуха через него.

Используя разработанную методику, был произведен расчет геометрических параметров четырехкаскадного дискового импактора, предназначенного для фракционирования полидисперсного аэрозоля со сферическими частицами плотностью 1000 кг/м^3 (1 г/см^3) в диапазонах: свыше 10 мкм , от 5 до 10 мкм , от 2 до 5 мкм , менее 2 мкм . Расход воздуха через импактор был принят равным 20 л/мин . Изготовленный с найденными согласно методике геометрическими параметрами импактор был подвергнут испытаниям – проведены отборы проб монодисперсных аэрозолей с диаметрами частиц 14 мкм , 8 мкм , 4 мкм и $1,5 \text{ мкм}$ и сравнение экспериментально найденных эффективностей каскадов дискового импактора с теоретически рассчитанными. Проведенные эксперименты позволяют утверждать, что отличие экспериментальных данных от расчетных не превышает 10% . Это подтверждает применимость разработанной методики для расчета параметров дискового импактора.

Таким образом, в результате исследования получены соотношения, позволяющие по параметрам каскадов дискового импактора (радиусу закругления, ширине щели и расстоянию до подложки), диаметру и плотности частиц, расходу воздуха рассчитать эффективность каскадов импактора. Соотношения позволяют рассчитать конструктивные параметры каскадов, обеспечивающие максимальную эффективность осаждения на подложку частиц аэрозоля заданного размера и плотности. На основе теоретических соотношений разработаны варианты методики расчета дискового импактора, показавшие

удовлетворительную согласованность расчетных эффективностей каскадов импактора с экспериментально найденными.

Список литературы

1. Будыка А.К., Хмелевский Е.О., Припачкин Д.А., Цовьянов А.Г. Моделирование и экспериментальное исследование осаждения аэрозольных частиц в персональном импакторе // АНРИ. – 2009. – № 3. – С. 27–37.
2. Грин Х., Лейн В. Аэрозоли – пыли, дымы, туманы. – Л.: Химия, 1969. – 427 с.
3. Райст П. Аэрозоли. Введение в теорию: Пер. с англ. – М.: Мир, 1987. – 280 с.
4. Спурный К., Йех Ч., Седлачек Б., Шторх О. Аэрозоли. – М.: Атомиздат, 1964. – 360 с.
5. Фуке Н.А. Механика аэрозолей. – М.: Издательство Академии наук СССР, 1955. – 351 с.
6. Фуке Н.А. Успехи механики аэрозолей. – М.: Издательство Академии наук СССР, 1961. – 158 с.

References

1. Budyka A.K., Hmelevskij E.O., Pripachkin D.A., Cov'janov A.G. Modelirovanie i jeksperimental'noe issledovanie osazhdenija ajerozol'nyh chastic v personal'nom impaktore. – ANRI, 2009, no. 3, pp. 27–37.
2. Grin H., Lejn V. Ajerozoli – pyli, dymy, tumany. Leningrad: Himija, 1969. 427 p.
3. Rajst P. Ajerozoli. Vvedenie v teoriju: Per. s angl. M.: Mir, 1987. 280 p.
4. Spurnyj K., Jeh Ch., Sedlachek B., Shtorh O. Ajerozoli. M.: Atomizdat, 1964. 360 p.
5. Fuks N.A. Mehanika ajerozolej. Moskva. Izdatel'stvo Akademii nauk SSSR, 1955. 351 p.
6. Fuks N.A. Uspehi mehaniki ajerozolej. Moskva. Izdatel'stvo Akademii nauk SSSR, 1961. 158 p.

Рецензенты:

Флегентов И.В., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой промышленной экологии и безопасности, Вятский государственный университет, г. Киров;

Кучеренко А.С., д.т.н., доцент, главный научный сотрудник филиала ФГБУ «48 Центральный научно-исследовательский институт» Министерства обороны Российской Федерации, г. Киров.

Работа поступила в редакцию 05.12.2014.

УДК 004.738.5

О МОДЕЛИ БАРАБАШИ-АЛЬБЕРТ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ВЕБ-ГРАФУ ПЕТРОЗАВОДСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

¹Марахтанов А.Г., ¹Насадкина О.Ю., ²Печников А.А.

¹ФГБОУ ВПО «Петрозаводский государственный университет»,
Петрозаводск, e-mail: oder@petrsu.ru;

²ФГБУН «Институт прикладных математических исследований Карельского научного центра Российской академии наук», Петрозаводск, e-mail: pechnikov@krc.karelia.ru

Развитие информационного веб-пространства вуза, представляющего собой взаимосвязанную совокупность сайтов образовательного учреждения, является одной из приоритетных задач для Петрозаводского государственного университета (ПетрГУ). Теоретические и практические работы, проводимые в рамках этой задачи, позволили сформировать большую базу данных, содержащую, в частности, информацию о веб-графе веб-пространства ПетрГУ. Ещё в конце 90-х годов XX века были построены первые модели для описания свойств Веба, одна из которых по имени авторов называется моделью Барабаши-Альберт. В статье приводятся некоторые результаты, представляющие собой ответ на вопрос: насколько веб-граф ПетрГУ, построенный на основе данных, собранных в 2014 году, является веб-графом Барабаши-Альберт (Barabasi-Albert model), в чём его основные отличия и особенности, и каковы тенденции его развития в будущем в случае использования целенаправленных административных воздействий на него посредством гиперссылок.

Ключевые слова: гиперссылка, веб-пространство, веб-граф, модель Барабаши-Альберт

BARABASI-ALBERT MODEL AS APPLIED TO WEB GRAPH PETROZAVODSK STATE UNIVERSITY

¹Marahtanov A.G., ¹Nasadkina O.Y., ²Pechnikov A.A.

¹Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, e-mail: oder@petrsu.ru;

²Institute of Applied Mathematical Research of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, e-mail: pechnikov@krc.karelia.ru

One of the priorities of the Petrozavodsk State University (PetrSU) is the development of the university's web space which consists of an interconnected collection of web sites. Theoretical and practical works on the subject have produced a large database containing, amongst other things, information about the web graph of the web space of PSU. The first models to describe the properties of the Web were developed in the late 90's, one of which is called Barabasi-Albert. The article presents certain results that address the questions: To what degree is the web graph of PetrSU, built using data from 2014, a Barabasi-Albert graph? What are its main properties and distinctions? How will it develop if targeted administrative influence on him through hyperlinks will be applied?

Keywords: hyperlink, web space, web graph, Barabasi-Albert model

Следуя работе [3], определим веб-граф как граф, у которого вершинами служат веб-сайты, а ребра соединяют те вершины, между которыми имеются гиперссылки. Между двумя вершинами столько ребер, сколько есть ссылок между соответствующими сайтами, а ребра естественно считать направленными, поэтому в дальнейшем будем их называть дугами.

Под гиперссылками в данном случае мы понимаем далеко не все ссылки между сайтами. На различных страницах одного сайта могут встречаться гиперссылки на один и тот же внешний адрес, имеющие одинаковый контекст (в частном случае – анкор) и количество таких «одинаковых» гиперссылок может быть равно количеству страниц на сайте (например, ссылка на сайт вышестоящей организации). Из такого множества гиперссылок с одинаковым адресом-приёмником и контекстом, сделанных с данного сайта, в нашем исследовании мы рассматриваем только одну – ту, которая находится на странице, имеющей максималь-

ный уровень (наивысшим считается уровень начальной страницы сайта).

Уже в конце 90-х годов XX века были построены первые модели для описания свойств Веба (или как часто пишут в русскоязычной литературе – Сети Интернет). В работах А.-Л. Барабаши и Р. Альберт [4–6] описан ряд важных закономерностей в поведении Веба, которые мы изложим, практически полностью цитируя работу [3].

Во-первых, веб-граф – это весьма разреженный граф. У него на n вершинах примерно $k \cdot n$ ребер, где $k \geq 1$ – некоторая константа.

Во-вторых, диаметр веб-графа исключительно скромно. «Кликакая» по ссылкам, можно с любого сайта на любой другой перейти за 5–7 нажатий клавиши компьютерной мыши. Конечно, тут есть важная оговорка. Некоторые едва появившиеся сайты могут не быть связаны с внешним миром. Несколько правильно сказать, что в веб-графе есть гигантская компонента (сильной связности) и уже ее

диаметр невелик. Таким образом, веб-граф очень специфичен: будучи разреженным, он тем не менее в известном смысле тесен.

В-третьих, у веб-графа весьма характерное распределение степеней вершин. Эмпирическая вероятность того, что вершина веб-графа имеет степень d , оценивается как c/d^λ , где $\lambda \approx 2,1$, а c – нормирующий множитель, вычисляемый из условия «сумма вероятностей равна 1». Этот любопытный факт роднит Интернет с очень многими реальными сетями – биологическими, социальными, транспортными. Все они подчиняются степенному закону, только у каждой из них свой показатель λ . Последнее замечание пригодится нам несколько позже.

Развитие веб-пространства для Петрозаводского государственного университета (ПетрГУ) является одной из приоритетных задач. Теоретические и практические работы, проводимые в рамках этой задачи, позволили сформировать большую базу данных, содержащую, в частности, информацию о веб-графе информационного веб-пространства ПетрГУ. В статье приводятся некоторые результаты, представляющие собой ответ на вопрос: насколько веб-граф ПетрГУ, построенный на основе данных, собранных в 2014 году, является веб-графом Барабаша-Альберта (Barabasi-Albert model), в чём его основные отличия и особенности, и каковы тенденции его развития в будущем в случае использования целенаправленных административных воздействий на него посредством гиперссылок.

Веб-граф ПетрГУ

Общее количество сайтов, составляющих веб-пространство ПетрГУ, в данном исследовании равно 147. Перечислим некоторых наиболее характерных представителей веб-пространства ПетрГУ:

– официальный сайт университета (petsu.ru);

– сайты факультетов, кафедр, научной библиотеки, ботанического сада, институтов, центров, филиалов университета, университетских лицеев (математический факультет – mf.petsu.ru);

– сайты издательств, научных журналов, медиа-ресурсов (журнал «Принципы экологии» – ecorpi.ru);

– сайты структурных подразделений университета, не вошедшие в группы 2–6 (Региональный центр новых информационных технологий, rcsnit.petsu.ru);

– сайты научных конференций, программ и проектов, организуемых и выполняемых университетом (конференция «Космос братьев Гримм» – grimms.petsu.ru);

– сайты учебных ресурсов, информационно-справочных систем и ресурсов университета («Аспирантура ПетрГУ» – aspirant.petsu.ru);

– персональные сайты сотрудников университета (сайт Андрея Мезенцева – amez.petsu.ru);

– другие сайты: сайты творческих организаций, профкома (Туристический клуб ПетрГУ «Сампо» – sampro-club.ru).

Сканирование сайтов веб-пространства ПетрГУ с целью сбора исходящих гиперссылок производилось программой BeeCrawler [8]. Для хранения, обработки и анализа гиперссылок использовалась специализированная база данных внешних гиперссылок [1]. На 147 сайтах веб-пространства ПетрГУ было отсканировано около 100 000 страниц и сформировано множество, содержащее 11 200 исходящих с этих сайтов гиперссылок. Далее из 11 200 гиперссылок были отобраны 1352 гиперссылки, которые связывают сайты веб-пространства ПетрГУ, и построен веб-граф $G = G(V, E)$; здесь V (vertex) – множество вершин, соответствующих сайтам веб-пространства, E (edge) – множество дуг, соответствующих гиперссылкам, связывающим эти сайты, $|V| = n = 147$, $|E| = m = 1352$. Поскольку ряд сайтов связан гиперссылками в количестве, большем, чем 1, то мы имеем $G(V, E)$ как ориентированный граф с кратными дугами без петель.

На рис. 1 приводится несколько упрощённое изображение веб-графа $G(V, E)$: во избежание загромождения рисунка кратные дуги не нарисованы, приведены названия только некоторых вершин и исключены изолированные вершины. Головной сайт petsu.ru представлен вершиной с наибольшей степенью, расположенной почти в самом центре рисунка.

Девять изолированных вершин соответствуют сайтам, которые не связаны гиперссылками с другими сайтами ПетрГУ, и 40 вершин являются «висячими», то есть имеют либо только исходящие, либо только входящие дуги.

Свойства веб-графа ПетрГУ

Для веб-графа ПетрГУ свойство разреженности графа очевидно. При $n = 147$ вершин мы имеем $m = 1352$, т.е. $k = 9,2$. Тогда как в максимальном случае полного графа (даже без кратных дуг) их должно быть 21462, т.е. k потенциально может увеличиться еще в 15 раз, а с учётом средней кратности дуг, равной 3,2, веб-граф наполнен дугами примерно на 1/50. Если взять веб-граф ПетрГУ без кратных дуг, то количество дуг оказывается равным 419, то есть свойство разреженности графа становится ещё более очевидным.

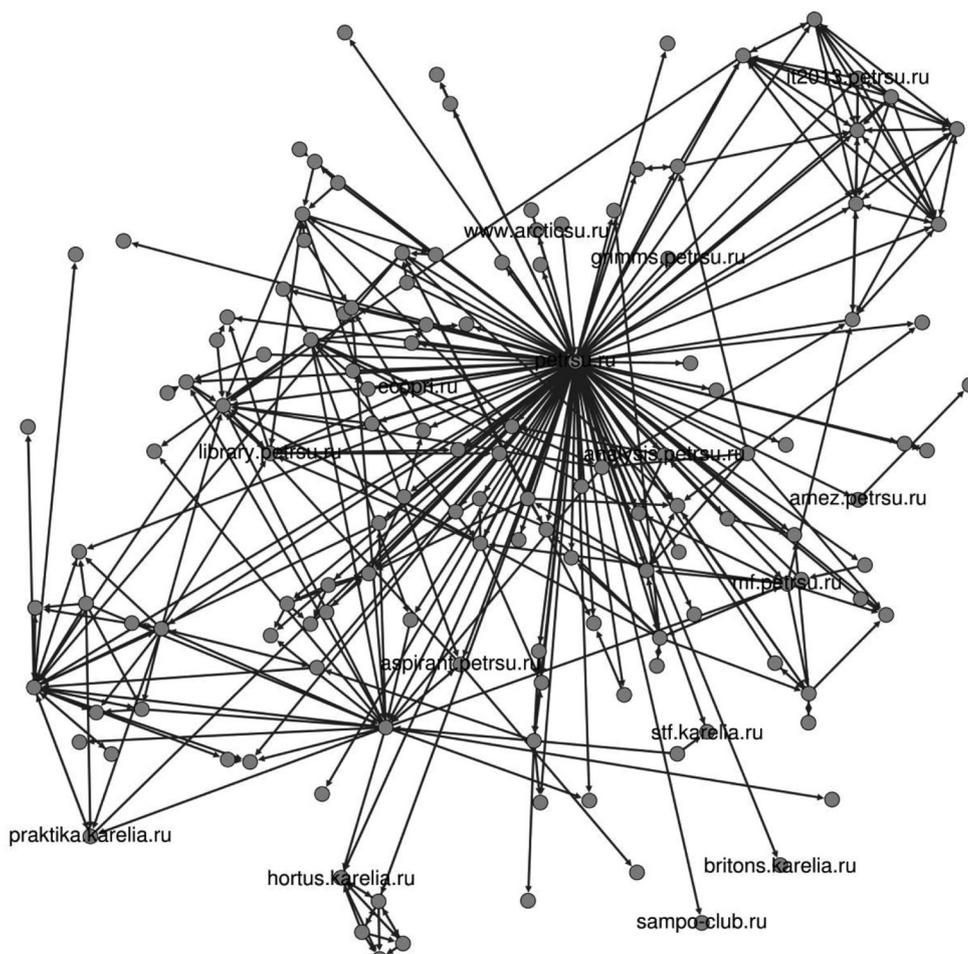


Рис. 1. Веб-граф ПетрГУ

Компонента сильной связности (КСС) веб-графа ПетрГУ достаточно велика, она содержит 89 вершин, и её диаметр равен 5. Отметим, что потенциально компонента сильной связности имеет все предпосылки к росту, поскольку, если рассмотреть этот же веб-граф, но с неориентированными дугами, то его компонента связности содержит уже 138 вершин (более 90% всех сайтов) и её диаметр равен 4.

Таким образом, для веб-графа ПетрГУ мы имеем практически полное выполнение первых двух свойств, характерных для модели Барабаши-Альберт: разреженный граф с КСС диаметром 5. Более того, можно считать, что в виде КСС мы имеем аналог т.н. «гигантской компоненты» для графа с небольшим количеством вершин.

Более сложно обстоит дело с распределением степеней вершин. Например, вряд ли можно было изначально предположить, что в веб-графе ПетрГУ мы получим коэффициент $\lambda = 2,1$. Как сказано в работе [3], Барабаши и Альберт «... предложили очень разумный взгляд на процесс форми-

рования интернета. Давайте считать, сказали они, что в каждый момент времени появляется новый сайт, и этот сайт ставит фиксированное количество ссылок на своих предшественников. На кого он предпочтет сослаться? Наверное, на тех, кто и так уже популярен. Можно допустить, что вероятность, с которой новый сайт поставит ссылку на один из прежних сайтов, пропорциональна числу уже имевшихся на тот сайт ссылок. Модели случайных графов, основанные на описанной идее, называются моделями предпочтительного присоединения. В своих работах Барабаши и Альберт никак не конкретизировали, какую именно из этих моделей они предлагают рассматривать. А эти модели исключительно разнородны по своим свойствам».

В случае веб-графа ПетрГУ, как уже сказано выше, наибольшую степень (суммарное количество входящих и исходящих дуг) $d = 699$ имеет вершина, соответствующая официальному сайту petsu.ru. Следующим со значением $d = 148$ является сайт Карельской государственной педагогической

академии, вошедшей более года назад в состав ПетрГУ; на третьем месте со значением $d = 107$ находится сайт «Электронная библиотека Республики Карелия» elibrary.karelia.ru.

Графики функций вероятности распределения степеней вершин в веб-графе ПетрГУ приводятся на рис. 2. По оси абсцисс

указывается значение d , а по оси ординат – значение вероятности того, что вершина веб-графа имеет степень d . Ломаной линией изображена функция, построенная на имеющихся эмпирических значениях, а непрерывной – функция тренда для эмпирической функции.

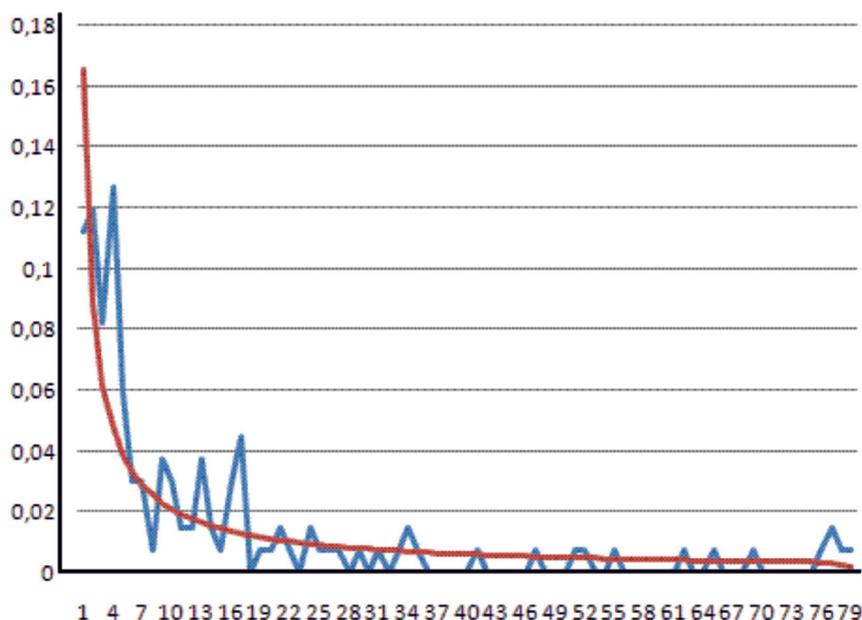


Рис. 2. Распределение степеней вершин веб-графа ПетрГУ

Построенная по эмпирическим данным функция тренда имеет вид: $p(d) = P[X = d] = 6,046/d^{0,9}$, здесь X – дискретная случайная величина (степень вершины, натуральное число), $p(d)$ – вероятность того, что она принимает значение d , нормирующий коэффициент $c = 6,046$ и $\lambda = 0,9$.

Заметим, что по сравнению с моделью Барабаши-Альберт для веб-графа ПетрГУ мы имеем значительно меньшие значения вероятностей для малых значений d . Если применительно к веб-графу ПетрГУ взять $\lambda = 2,1$ (как в модели Барабаши-Альберт), то получим первые три значения $P[X = 1] = 0,65$, а $P[X = 2] = 0,15$, $P[d = 3] = 0,06$, а в случае функции тренда при $\lambda = 0,9$ – $P[d = 1] = 0,17$, $P[d = 2] = 0,09$, $P[d = 3] = 0,06$. Можно предположить, что в относительно небольшом множестве сайтов, составляющих веб-пространство вуза, работает ссылочный механизм, который значительно уменьшает вероятность появления и длительного сохранения «висячих» вершин (только для них $X = 1$), поскольку сайты образуют так называемое тематическое сообщество, свойства которого ранее были описаны в работе [2].

Тематическое веб-пространство крупных организаций характеризуется наличием головного сайта (официального сайта организации или, возможно, единого портала, некоей «точки входа»), а остальные сайты составляют «сопутствующее множество» [2]. Естественно, что головной сайт будет иметь очень большое количество входящих и исходящих ссылок с сайтов сопутствующего множества, поэтому степень d головного сайта имеет оценку снизу $2 \cdot (n-1)$. В нашем случае для официального сайта ПетрГУ petsu.ru значение функции тренда ($P[d = 699] = 0,00046$) очень мало, но объяснимо. И это объяснение кроется не только в предыдущем высказывании. Для графов тематических сообществ в ряде случаев отмечается очень большое количество кратных гиперссылок, связывающих отдельные сайты. Например, в нашем случае сайт petsu.ru имеет 63 гиперссылки на упоминавшийся ранее сайт elibrary.karelia.ru, а сайт Регионального центра по трудоустройству (созданного при управлении по социальной и воспитательной работе ПетрГУ) job.petsu.ru имеет 63 ссылки на petsu.ru.

В первом случае это в основном ссылки на учебники и учебные пособия, сделанные со страниц кафедр, не имеющих собственных сайтов и поэтому размещающих учебную информацию на официальном сайте, а во втором – полезные ссылки как для выпускников, так и для организаций, заинтересованных в подготовленных кадрах.

Заключение

Несмотря на небольшие размеры веб-графа ПетрГУ (в масштабах всего Веба), можно сказать, что в целом он имеет те же свойства, которые присущи модели Барабаши-Альберт, предложенной 15 лет назад, когда Веб только зарождался. Отсюда можно сделать основной вывод о том, что прямые административные воздействия (типа предписаний по созданию ссылок, связывающих сайты ПетрГУ) ранее не предпринимались.

Более «плавное» поведение вероятности распределения вершин в графе легко объясняется «знаниями» разработчиков сайтов о других сайтах ПетрГУ. Отсюда также следует достаточно большой размер КСС, малое количество изолированных сайтов и тот факт, что компонента связности (для неориентированного графа) содержит все неизолированные вершины.

Наличие безусловного лидера по количеству гиперссылок также является неотъемлемой особенностью тематического сообщества сайтов, имеющих отношение к одной организации.

Вместе с тем, если исходить из того, что веб-пространство организации (в нашем случае – ПетрГУ) имеет тенденцию к наращиванию своего присутствия в Вебе, то, по-видимому, естественное возникновение новых гиперссылок в веб-пространстве является достаточно долгим путём. Результаты проведенного исследования показывают, что ускорение этого процесса возможно за счёт использования административных воздействий, напрямую обязывающих создателей сайтов, входящих в веб-пространство ПетрГУ, усилить ссылочную активность «внутри» университетского сообщества. При этом следует помнить, что такое усиление ссылочной активности должно представлять собой отражение естественных связей, но, ни в коем случае не переход к спам-сообществу [7], а значит должно тщательно планироваться и отслеживаться.

Работа выполнена при поддержке Программы стратегического развития Петрозаводского государственного университета на 2012–2016 годы.

Список литературы

1. Головин А.С., Печников А.А. База данных внешних гиперссылок для исследования фрагментов Веба // Информационная среда вуза XXI века: материалы VII Всероссийской научно-практической конференции (23–27 сентября 2013 г.). Петрозаводск, 2013. – С. 55–57.
2. Печников А.А. Методы исследования регламентированных тематических фрагментов Web // Труды Института системного анализа Российской академии наук. Серия: Прикладные проблемы управления макросистемами. – 2010. – Т. 59. – С. 134–145.
3. Райгородский А.М. Модели случайных графов и их применения // ТРУДЫ МФТИ. – 2010. – Т. 2, № 4. – С. 130–140.
4. Albert R., Jeong H., Barabasi L.A. Diameter of the world-wide web // Nature. – 1999. – V. 401. – P. 130–131.
5. Barabasi L.-A., Albert R. Emergence of scaling in random networks // Science. – 1999. – V. 286. – P. 509–512.
6. Barabasi L.-A., Albert R., Jeong H. Scalefree characteristics of random networks: the topology of the world-wide web // Physica. – 2000. – V. A281. – P. 69–77.
7. Gyöngyi Z., Garcia-Molina H. Web spam taxonomy // Proceedings of the First International Workshop on Adversarial Information Retrieval on the Web (AIRWeb). [Электронный ресурс] – 2005. – Режим доступа: <http://airweb.cse.lehigh.edu/2005/gyongyi.pdf>.
8. Pechnikov A.A., Chernobrovkin D.I. Adaptive Crawler for External Hyperlinks Search and Acquisition // Automation and Remote Control. – 2014. – Vol. 75. – № 3. – P. 587–593.

References

1. Golovin A.S., Pechnikov A.A. Baza dannyh vneshnih giperssylok dlja issledovaniya fragmentov Weba // Informacionnaja sreda vuza XXI veka: materially VII Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferencii (23–25 sentjabrja 2013 g.). Petrozavodsk, 2013. pp. 55–57.
2. Pechnikov A.A. Metody issledovaniya reglamentiruemyh tematicheskikh fragmentov Web // Trudy Instituta systemnogo analiza Rossiiskoi akademii nauk. Serija: Prikladnye problemy upravlenija makrosistemami. 2010. T. 59. pp. 134–145.
3. Raigorodskii A.M. Modeli sluchainyh grafov i ih primeneniya // TRUDY MFTI. 2010. T. 2, no 4. pp. 130–140.
4. Albert R., Jeong H., Barabasi L.A. Diameter of the world-wide web // Nature. 1999. V. 401. pp. 130–131.
5. Barabasi L.-A., Albert R. Emergence of scaling in random networks // Science. 1999. V. 286. pp. 509–512.
6. Barabasi L.-A., Albert R., Jeong H. Scalefree characteristics of random networks: the topology of the world-wide web // Physica. 2000. V. A281. pp. 69–77.
7. Gyöngyi Z., Garcia-Molina H. Web spam taxonomy // Proceedings of the First International Workshop on Adversarial Information Retrieval on the Web (AIRWeb). [Электронный ресурс] – 2005. – URL: <http://airweb.cse.lehigh.edu/2005/gyongyi.pdf>.
8. Pechnikov A.A., Chernobrovkin D.I. Adaptive Crawler for External Hyperlinks Search and Acquisition // Automation and Remote Control. – 2014, Vol. 75, no. 3. pp. 587–593.

Рецензенты:

Гридина Е.Г., д.т.н., профессор, директор Информационно-вычислительного центра Национального исследовательского университета «МЭИ», г. Москва;

Кузнецов В.А., д.т.н., профессор, профессор кафедры прикладной математики и кибернетики Петрозаводского государственного университета, г. Петрозаводск.

Работа поступила в редакцию 05.12.2014.

АНАЛИТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИНХРОННОГО ДРЕНИРОВАНИЯ ГРУППЫ ПЛАСТОВ МНОГОСТВОЛЬНОЙ СКВАЖИНОЙ

¹Самойлов А.С., ²Герасименко С.А.

¹ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный нефтегазовый университет»,
Тюмень, e-mail: assamoilov@mail.ru;

²ООО «Тюменская центральная лаборатория», Тюмень, e-mail: gerasimenkoyung@mail.ru

Главным вопросом при совместной выработке запасов нефти является синхронность разработки пластов с достижением максимального значения коэффициента извлечения нефти (КИН) в течение проектного периода эксплуатации. При опережающей разработке одного из пластов дебит второго не обеспечит рентабельных дебитов при наличии невыработанных запасов. В этой связи необходимо решать задачу расчета технологических параметров работы скважины, обеспечивающей синхронность выработки пластов за общий проектный период. Ввиду данных вопросов, разработана методика расчета входных дебитов и конструктивных особенностей скважин, обеспечивающая расчет прогнозных показателей на этапе проектирования многопластовых объектов. Для достижения поставленных задач были использованы законы фильтрации жидкостей в пористой среде, а также эмпирические зависимости трубой гидравлики, обеспечивающие детализацию энергетической составляющей процесса. Применение данной методики обеспечивает сокращение временных затрат на выполнение ряда вычислительных экспериментов на цифровой фильтрационной модели за счет оперативного расчета прогнозных показателей на этапе проектного выделения пластов в один эксплуатационный объект.

Ключевые слова: многопластовый объект, горизонтальная скважина, синхронная выработка запасов, аналитическая модель, распределение давления

ANALYTICAL MODELING OF SYNCHRONOUS DRAINAGE FROM MULTILAYER DEPOSITS USING MULTILATERAL WELLS

¹Samoylov A.S., ²Gerasimenko S.A.

¹Federal state budget higher professional educational institution «Tyumen State Oil
and Gas University», Tyumen, e-mail: assamoilov@mail.ru;

²ООО «Tyumen central laboratory», Tyumen, e-mail: gerasimenkoyung@mail.ru

When simultaneous exploration from several neighboring deposits is taken place, one of the main aims is the accomplishment of maximum oil recovery factor during the field development period. With advanced development of one of the layers, the production rate from the remaining layers might not achieve the required oil recovery factor. In this regard, it is essential to find such technological parameters of the well that might ensure the required synchronized production rate from several layers during the project period. Considering these issues, the innovative method was developed in order to provide the possibility to calculate the most appropriate and efficient input flow rates and select the appropriate wells construction. Moreover, by using this technique the accurate expectable reserves data might be obtained on the simulation stage. In order to achieve the research objectives liquids filtration laws in porous media, as well as pipe hydraulics empirical relationships were utilized providing precise specifics of the energy components included in the proposed methodology. Consequently, application of this method provides a possibility to considerably reduce the time spent on the computational experiments during the filtration modeling stage.

Keywords: multilayer deposit, horizontal well, synchronous development of reserves, an analytical model, the pressure distribution

В настоящей статье представлена методика расчета входных дебитов и конструктивных особенностей скважин, позволяющих совместно и синхронно вырабатывать запасы группы пластов, схожих по геологическим характеристикам и физико-химическим свойствам флюида. Условная схема предлагаемых решений представлена на рис. 1.

Данная методика не охватывает весь комплекс геологических и других параметров, однако позволяет рассчитать первые достоверные показатели по выработке запасов и конструктивные решения скважин, дренирующих несколько пластов с последующим уточнением на цифровой фильтрационной модели пластов.

Суммарный дебит в данной модели определяется зависимостью:

$$Q_{\text{общ}} = f(P_{\text{заб}}, Q_1, Q_2, Q_3, \Delta P_{\text{общ}}), \quad (1)$$

где $P_{\text{заб}}$ – забойное давление над интервалом перфорации первого пласта, Q_1 – дебит первого бокового горизонтального участка, Q_2 – дебит второго бокового горизонтального участка, Q_3 – дебит основного ствола по третьему пласту, $\Delta P_{\text{общ}}$ – суммарные потери давления.

Дебит первого горизонтального участка является функцией от следующих параметров:

$$Q_1 = f(k, \mu, h, L, D, n, P_{\text{заб1}}, \Delta P_{\text{перф}}, \Delta P_{L_1}), \quad (2)$$

где k_l – проницаемость пласта, мкм²; μ_1 – вязкость нефти, Па·с; h_l – нефтенасыщенная толщина пласта, м; L – длина горизонтального участка, м; $\Delta P_{\text{перф}}$ – потери давления при пе-

ретекании флюида в фильтр, МПа; ΔP_{L_1} – потери давления при движении флюида по всей длине фильтра, МПа, n – количество отверстий заранее перфорированного фильтра, шт.

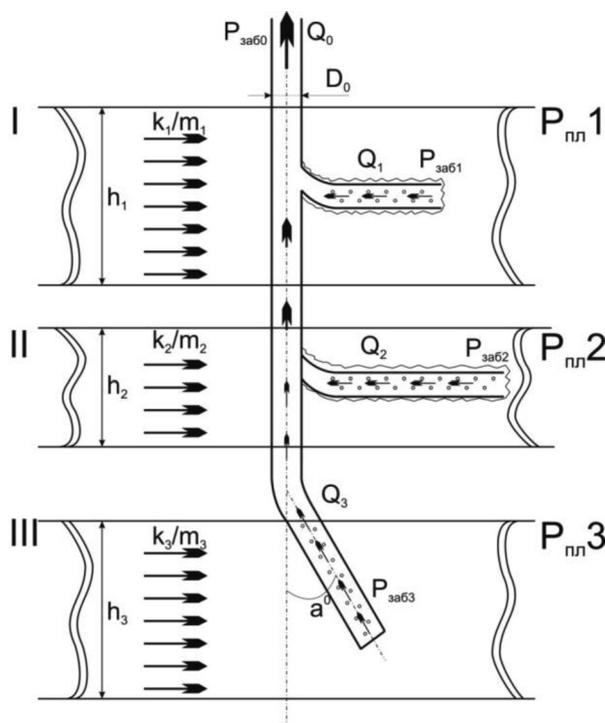


Рис. 1. Расчетная схема технико-технологических параметров скважины, дренирующей несколько продуктивных пластов

Определение дебита второго горизонтального участка аналогично первому и определяется как:

$$Q_2 = f(k, \mu, h, L, D, n, P_{\text{заб}2}, \Delta P_{\text{перф}}, \Delta P_{L_2}). \quad (3)$$

Дебит основного ствола дренирующего третий пласт

$$Q_3 = f(k, \mu, h, \alpha, P_{\text{заб}3}, \Delta P_{\text{тр}1,2}), \quad (4)$$

где α – угол наклона ствола, скважины по отношению к вертикали, °; $\Delta P_{\text{тр}1,2}$ – потери давления при схождении потоков из первого и второго горизонтальных участков в основном стволе, МПа.

Суммарные потери давления на преодоление сил трения по горизонтальному стволу при перетекании флюида через перфорационные отверстия фильтра, а также при схождении потоков в основном стволе определяются зависимостью:

$$\Delta P_{\text{общ}} = f(\Delta P_H, \Delta P_{\text{тр}1}, \Delta P_{\text{тр}2}), \quad (5)$$

где ΔP_H – потери давления от интервала перфорации верхнего пласта до нижнего, МПа; $\Delta P_{\text{тр}1,2}$ – потери давления при сходе-

нии потоков из первого и второго горизонтальных участков в основном стволе, МПа.

Структура алгоритма включает выполнение расчетов в следующей последовательности.

1. Определение запасов нефти каждого из пластов, приходящихся на проектируемую скважину, объемным методом.

Объемный метод расчета дренируемых запасов (расчет прогнозных отборов по каждому из объектов эксплуатации)

$$V = h \cdot m \cdot kn \cdot S \cdot B_0 \cdot (K_{\text{охв}} \cdot K_{\text{выт}}), \quad (6)$$

где V – расчетный объем дренируемых запасов, м³, h – средневзвешенная нефтенасыщенная толщина, м, m – пористость, д. ед, kn – коэффициент нефтенасыщенности, д. ед, S – площадь зоны дренирования, м², B_0 – объемный коэффициент нефти, м³/м³, $K_{\text{охв}}$ и $K_{\text{выт}}$ – соответственно ожидаемый коэффициент охвата пласта воздействием и коэффициент вытеснения, д. ед.

2. При известном времени разработки залежей и дебитах, по результатам испытания скважин, производится расчет темпа падения добычи по годам по зависимости падения

дебита [1], согласно которой логарифм дебита нефти изменяется по отношению к первоначальному пропорционально времени, то есть:

$$\ln q_i = \ln q_0 - kt. \quad (7)$$

Потенцированием получено:

$$q_i(t) = q_0 e^{-kt}. \quad (8)$$

Задаемся условием:

q_0 – начальный дебит, установленный при испытании скважины, известен;

$q_n(t)$ – дебит на конец проектного периода, t – период разработки.

Имея все данные, определяем k , так называемый коэффициент падения добычи.

3. При полученных технологических режимах необходимо определить темп па-

дения пластового давления. Используем в данном случае уравнение [2], где пластовое давление является функцией от накопленного отбора:

$$P(M) = P_0 - \frac{1}{\beta^*} \ln \left(\frac{V}{V+M} \right), \quad (9)$$

где V – начальный объем флюида в начальных пластовых условиях, м³;

M – отобранный объем жидкости, м³.

Данный случай подходит для литологически и стратиграфически экранированных залежей, не подстилаемых активной подоживенной воды.

При организации системы ППД давление рассчитывается через уравнение материального баланса пласта [3]:

$$Np \cdot \left[B_t + B_g \cdot (R_p - R_{si}) \right] + W_p = N \cdot \left[(B_t - B_{ti}) + \frac{B_{ti}}{1 - S_{wi}} \cdot (C_f + S_w \cdot C_w) \cdot \Delta p + \frac{mB_{ti}}{B_{ti}} \cdot (B_g + B_{gi}) \right] + W_e + W_i + C_i \cdot B_g, \quad (10)$$

где N_p – количество добытой нефти, тыс.м³; N – количество нефти, первоначально заключенной в пласте, тыс.м³; W_p – суммарная добыча воды, тыс.м³; W_e – суммарный объем поступающей в продуктивный пласт краевой воды, тыс.м³; W_i – количество закачанной воды, тыс.м³; B_t – коэффициент пластового объема нефти с растворенным газом, м³/м³; B_{ti} – коэффициент пластового объема нефти при начальном пластовом давлении, м³/м³; B_g – коэффициент пластового объема газа при начальном пластовом давлении, м³/м³; B_{gi} – коэффициент пластового объема газа при начальном пластовом давлении, м³/м³; m – отношение объема начальной газовой шапки к начальному объему нефти в пласте, м³/м³; R_p – суммарный газовый фактор, м³/м³; R_{si} – начальная растворимость газа, м³/м³; S_w – текущая водонасыщенность пористой среды, д. ед; S_{wi} – начальная водонасыщенность пори-

стой среды, д. ед; C_f – сжимаемость породы, 1/кПа; C_w – сжимаемость воды, 1/кПа; Δp – депрессия давления в пласте, кПа; G_i – суммарное количество нагнетаемого газа, тыс.м³.

4. Далее производится расчет технологических параметров эксплуатации с учетом конструктивных особенностей скважин.

Условия:

– высокое значение дебита, соответствующего условиям темпа при минимальных депрессиях;

– максимальное дренирование неоднородных залежей нефти, за счет конструктивных особенностей скважин.

4.1. Учет угла наклона на форму зоны дренирования и дополнительных фильтрационных сопротивлений принят согласно [4], по которой рассчитаем дебиты и адаптируем математическую модель под фактические значения испытания скважин.

$$K_n = \frac{2 \cdot \pi \cdot k \cdot h}{\mu} \frac{1}{\ln \left(\frac{4R_k}{L \sin \alpha} + \frac{h}{L} \ln \frac{h \sin \alpha}{2\pi r_c} \right)}, \quad (11)$$

$$Q_n = \frac{2 \cdot \pi \cdot k \cdot h}{\mu} \frac{(P_{\text{пл}} - P_{\text{заб}})}{\ln \left(\frac{4R_k}{L \sin \alpha} + \frac{h}{L} \ln \frac{h \sin \alpha}{2\pi r_c} \right)}, \quad (12)$$

где α – зенитный угол ствола скважины в интервале продуктивного пласта, L – длина наклонного ствола.

4.2. Для расчета дебита с горизонтальным участком используем модель притока к ГС в зависимости от его длины по формуле Борисова Ю.П. [5]:

$$Q_r = \frac{2\pi k_h h P \Delta}{B \mu_n J}, \quad (13)$$

где Q_r – дебит нефти горизонтальной скважины, м³/сек; k_h – горизонтальная проницаемость пласта, м²; h – нефтенасыщенная толщина, м; ΔP – депрессия на пласт, Па; μ_n – вязкость нефти, Па·с; B_0 – объемный коэффициент нефти; L – длина горизонтального участка скважины, м; r_c – радиус ствола скважины в продуктивном пласте, м, J – фильтрационное сопротивление, определяемое по уравнению

$$J = \ln \frac{4R_k}{L} + \frac{h \cdot \chi^*}{L} \ln \frac{h \cdot \chi^*}{2r_c}. \quad (14)$$

5. В случае заканчивания бокового горизонтального ствола применяют заранее про-

перфорированные фильтры марки ФБ102, ФБ114, выпускаемые ООО «ВНИИБТ – Буровой инструмент», при этом строительство осуществляется шарошечным долотом диаметром 139,7, 146 или 151 мм, коэффициент кавернозности для юрских залежей принимают равным 1, в связи с хорошей цементованностью горной породы, таким образом, между стенкой скважины и внешней плоскостью фильтра существует кольцевой зазор, который изменяется в зависимости от диаметра фильтра и используемого долота. В связи с этим, для достоверности результата необходимо ввести в методику расчета математический аппарат, отражающий физическую закономерность, а именно, приток флюида происходит в пространство между стенкой горной породы и внешней плоскостью фильтра, далее происходит переток через препятствия – равномерно распределенные по сечению каналов (т.е. отверстия фильтра) [6]. Воспользуемся данным математическим аппаратом для определения потерь давления на преодоление дополнительных сопротивлений, условная схема которого представлена на рис. 2.

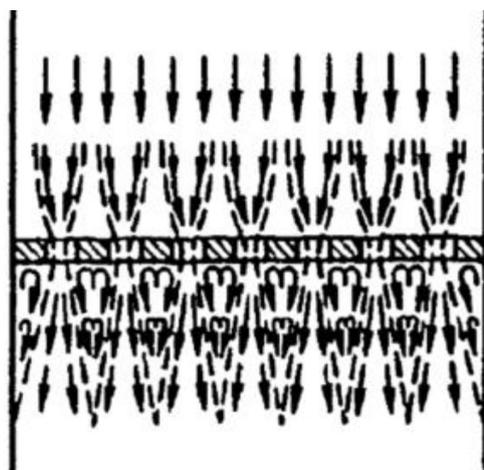


Рис. 2. Схема притока флюида в горизонтальный ствол, оснащенный перфорированным фильтром [6]

Коэффициент сопротивления перетеканию потока через отверстия фильтра при небольших дебитах будет определяться как:

$$\Delta P = \bar{f} \cdot \frac{\rho \cdot w_1^2}{2}, \quad (15)$$

где $\bar{f} = \frac{n_{отв} \cdot d_{отв}^2}{1,27 \cdot F_\phi}$.

6. Потери напора по длине горизонтального участка рассчитывают по уравнению Дарси-Вейсбаха [6],

$$\Delta P = \frac{\lambda \cdot L \cdot V^2 \cdot \rho}{2 \cdot D}, \quad (16)$$

где λ – коэффициент потерь на трение по длине; L – длина участка трубы; V – средняя скорость течения жидкости; ρ – плотность жидкости; D – диаметр трубы. С некоторой адаптацией для скважин с горизонтальным участком Joshi S.D [7], который различает ламинарный и турбулентный развивающиеся потоки. Для ламинарного развивающегося потока приводится выражение для потерь давления ΔP

$$\Delta P = \frac{4 \cdot f_{app} \cdot L \cdot \rho \cdot v^2}{2 \cdot g \cdot d}, \quad (17)$$

где f_{app} – безразмерный коэффициент трения;
 L – длина ствола, м;
 ρ – плотность флюида, кг/м³;
 v – скорость потока, м/с
 g – гравитационная постоянная, 9,81 м²/с;
 d – диаметр ствола, м.

7. Дальнейшие расчеты связаны со слиянием потоков из ответвлений с потоком из нижнего пласта, движущегося

по основному стволу скважины. Данный физический процесс также описывается законами трубной гидравлики и, как показали результаты расчетов для различных дебитов и давлений [8], потери давления и притока могут достигать нескольких единиц, что непосредственно будет отрицательно влиять на процесс совместной разработки.

Соединение бокового горизонтального и основного ствола скважины рассматривается как вытяжной тройник (рис. 3, 4).

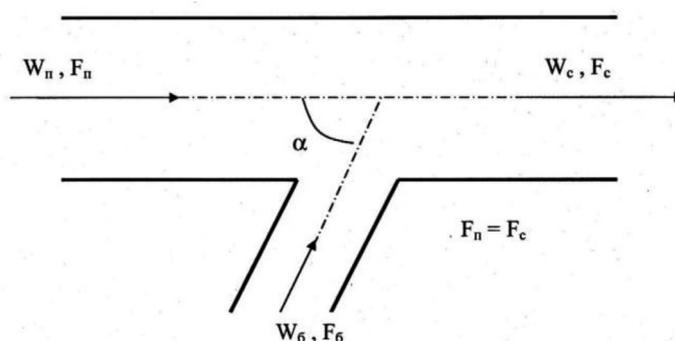


Рис. 3. Схема вытяжного тройника [8]

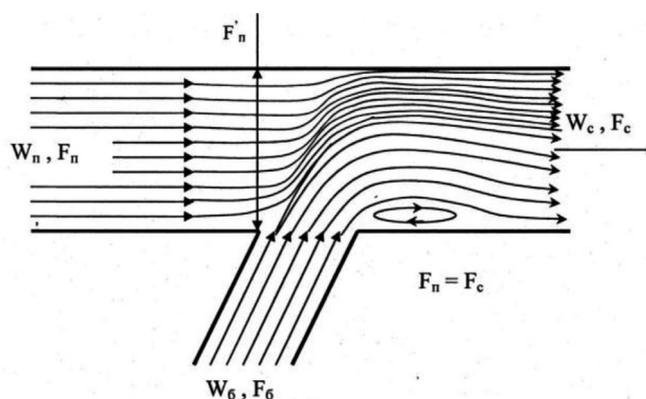


Рис. 4. Схематическая картина потока в вытяжном тройнике [8]

Таким образом, основные потери напора в вытяжном тройнике складываются из: потерь на турбулентное смешение двух потоков, обладающих различной скоростью (удар); потерь на поворот потока при выходе его из бокового ответвления в сборный рукав [8].

1) коэффициент гидравлических сопротивлений ствола скважины

$$\xi_6 = \frac{\Delta H_6}{\rho W_6^2} = A - B. \quad (18)$$

$B = 0$, т.к. перфорационные отверстия находятся под углом 90° к стволу скважины.

$$A = \frac{1 + 2 \cdot \frac{F_6}{F'_\Pi}}{1 + \frac{F_6}{F'_\Pi}} \cdot \left(1 - \frac{F_6}{F'_\Pi}\right) + \frac{4 \cdot \left(\frac{F_6}{F'_\Pi}\right)^2}{1 + \frac{F_6}{F'_\Pi}} \cdot \frac{Q_C}{Q_6} - \left(1 + 2 \cdot \frac{F_6}{F'_\Pi}\right) \frac{\left(\frac{F_6}{F'_\Pi}\right)^2}{\left(1 + \frac{F_6}{F'_\Pi}\right)^2} \cdot \left(\frac{Q_C}{Q_6}\right)^2. \quad (19)$$

Определяем из выражения коэффициент сопротивления в стволе скважины:

$$\xi_{\text{сб}} = \frac{\Delta H_6}{\rho \cdot w_c^2 / 2} = \xi_6 \left(\frac{Q_6 \cdot F_c}{Qc \cdot F_6} \right)^2. \quad (20)$$

Потери давления на данном участке

$$\Delta P = \xi_{\text{сб}} \frac{\rho \cdot w_c^2}{2} \quad (21)$$

8. По результатам расчета потерь депрессии при движении пластовых флюидов по участкам скважины, пересчитываем с учетом данных величин первоначальные значения дебитов по стволам.

Выводы

Разработанная методика расчетов служит вспомогательным инструментом прогнозирования технологических показателей при проектировании разработки многопластовых месторождений, однако, по сравнению с последней имеет неоспоримые преимущества, такие как оперативность и достоверный учет потерь энергии при совместном дренировании нескольких пластов скважиной сложной конструкции.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (№ 14-05-31503).

Список литературы

1. Медведский Р.И. Оценка извлекаемых запасов нефти и прогноз уровней добычи по промысловым данным / Р.И. Медведский, А.А. Севастьянов // Тюмень; – Недра, – 2004. – 192 с.
2. Колесник Е.В. Исследование влияния азимута конструкции горизонтального ствола скважины на формирование зоны отбора при выработке запасов нефти / Е.В. Колесник, С.В. Левкович, А.С. Самойлов // Состояние, тенденции и проблемы развития нефтегазового потенциала Западной Сибири: Тр. Междунар. академ. конф., Тюмень, 2009. – С. 475–481.
3. Сорокин А.В. Разработка и исследование методов управления гидродинамическими режимами скважин при эксплуатации двух пластов: Дис. канд. техн. наук. Тюмень. 2008. – 136 с.
4. Грачев С.И. Теоретические и прикладные основы строительства пологих и горизонтальных скважин на сложнопостроенных нефтяных месторождениях: Автореф. дис. д-ра техн. наук. – Тюмень, – 2000. – 47 с.
5. Борисов Ю.П., Табаков В.П. О притоке нефти к горизонтальным и наклонным скважинам в изотропном пласте конечной мощности. НТС ВНИИ, 1962. – Вып. 16.

6. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям / И.Е. Идельчик // М.: Машиностроение, 1992. – 672 с.

7. Joshi S.D. Основы технологии горизонтальной скважины (Horizontal well technology) (пер.с англ. Будникова В.Ф. и др.). Краснодар: из-во «Советская Кубань», 2003.

8. Сохошко С.К. Развитие теории фильтрации к пологим и горизонтальным газовым и нефтяным скважинам и ее применение для решения прикладных задач: дис. д-ра техн. наук. – Тюмень, 2008. – С. 85–97.

References

1. Medvedskij R.I. Ocenka izvlekaemyh zapasov nefiti i prognoz urovnej dobychi po promyslovym dannym / R.I. Medvedskij, A.A. Sevast'janov // Tjumen'; Nedra, 2004, 192 p.
2. Kolesnik E.V. Issledovanie vlijanija azimuta konstrukcii gorizontalnogo stvola skvazhiny na formirovanie zony otbora pri vyrabotke zapasov nefiti / E.V. Kolesnik, S.V. Levkovich, A.S. Samojlov // Sostojanie, tendencii i problemy razvitija neftegazovogo potenciala Zapadnoj Sibiri: Tr. Mezhdunar. akadem. konf., Tjumen', 2009. pp. 475–481.
3. Sorokin A.V. Razrabotka i issledovanie metodov upravlenija gidrodinamichesкими rezhimami skvazhin pri jekspluatacii djuh plastov: Dis. kand. tehn. nauk. Tjumen'. 2008. 136 p.
4. Grachev S.I. Teoreticheskie i prikladnye osnovy stroitel'stva pologih i gorizontalnyh skvazhin na slozhnopostroennyh nefjnyh mestorozhdenijah: Avtoref. dis. d-ra tehn. nauk. – Tjumen', – 2000. 47 p.
5. Borisov Ju.P., Tabakov V.P. O pritoke nefiti k gorizontaln'nyh i naklonnym skvazhinam v izotropnom plaste konechnoj moshhnosti. NTS VNII, 1962. v. 16.
6. Idel'chik I.E. Spravochnik po gidravlicheskim soprotivlenijam / I.E. Idel'chik // M.: Mashinostroenie, 1992. 672 p.
7. Joshi S.D. Osnovy tehnologii gorizontal'noj skvazhiny (Horizontal shhell technology) (per.s angl. Budnikova V.F. i dr.). Krasnodar: iz-vo «Sovetskaja Kuban'», 2003.
8. Sohoshko S.K. Razvitie teorii fil'tracii k pologim i gorizontaln'nyh gazovym i nefjnyh skvazhinam i ee primenenie dlja reshenija prikladnyh zadach: dis. d-ra tehn. nauk. Tjumen'. 2008. pp. 85–97.

Рецензенты:

Кузнецов В.Г., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Бурение нефтяных и газовых скважин», Институт геологии и нефтегазодобычи, ФГБОУ ТюмГНГУ, г. Тюмень;

Сохошко С.К., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Моделирование и управление процессами нефтегазодобычи», Институт геологии и нефтегазодобычи, ФГБОУ ТюмГНГУ, г. Тюмень.

Работа поступила в редакцию 05.12.2014.

УДК 667.6:622'17:533.546

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ОБРАБОТКИ ХВОСТОВ ОБОГАЩЕНИЯ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ (ХОЖК) НА КАЧЕСТВО ПОЛУЧАЕМОГО ПИГМЕНТА-НАПОЛНИТЕЛЯ

Свергузова С.В., Тарасова Г.И., Старостина И.В., Спирин М.Н.

ФГБОУ ВПО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»,
Белгород, e-mail: starostinairinav@yandex.ru

В работе отмечается, что, несмотря на множество разработок по утилизации отходов обогащения железистых кварцитов, доля их использования остается незначительной. Поэтому одним из актуальных направлений природоохранной деятельности, рационального использования природных ресурсов является разработка технологий переработки этих отходов и вовлечение их в производство полезной продукции. Проведены исследования химического, минералогического и гранулометрического составов отходов обогащения железистых кварцитов. Предложено использовать отходы для получения железооксидных пигментов-наполнителей. Показано, что наличие железосодержащих минералов обеспечивает относительно равномерное распределение железа как основного цветообразующего компонента в составе отхода и позволяет исключить использование в составе сырьевой шихты дорогостоящих химически чистых соединений – оксидов и солей железа. В зависимости от режима термообработки отходов окраска варьируется от ярко-оранжевой до темно-красной. Разработанные пигменты-наполнители использовали для получения масляной краски по рецептуре ООО «Завод Краски КВИЛ». По основным показателям масляная краска с пигментами-наполнителями на основе отходов соответствует требованиям ГОСТ 10503-71.

Ключевые слова: хвосты обогащения железистых кварцитов, горно-обогатительный комбинат, пигмент-наполнитель, хромофор, дисперсность, оксид железа, степень перетира, маслосемкость, пленкообразующие вещества, укрывистость, масляная краска

THE INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL CONDITIONS OF FERRUGINOUS QUARTZITES REFINEMENT TAILINGS' (FQRT) PROCESSING ON THE OBTAINED LOADING PIGMENT QUALITY

Sverguzova S.V., Tarasova G.I., Starostina I.V., Spirin M.N.

Belgorod Shukhov State Technological University, Belgorod, e-mail: starostinairinav@yandex.ru

The article points out that in spite of many projects of ferruginous quartzites refinement waste disposal, the proportion of its application is rather small. So, one of the relevant sectors of environmental activity and rational use of natural resources is developing a technology of processing this waste and including it into manufacturing useful products. The chemical, mineral and granulometric composition of ferruginous quartzites refinement waste has been researched. It was suggested to use this waste for producing iron-oxide loading pigments. It has been demonstrated that the presence of iron-containing minerals provides the relatively uniform distribution of iron as the basic colour former in the waste and allows avoiding the use of expensive chemically-pure compounds – iron oxides and salts – in the raw charge. Depending on the waste heat treatment conditions the colour varies from brilliant orange to dark-red. The designed loading pigments were used for manufacturing oil paint by the formula of LLC «Zavod Kraski KVIL». By basic parameters the oil paint with loading pigments on the base of ferruginous quartzites waste meets the requirements of GOST 10503-71.

Keywords: ferruginous quartzites refinement tailings, mining and refining plant, loading pigment, chromophore, dispersity, iron oxide, grinding degree, oil-adsorption, film-forming materials, covering capacity, oil paint

Отходы горнообогатительных комбинатов – хвосты обогащения железистых кварцитов (ХОЖК) – относятся к одним из многотоннажных неорганических металлосодержащих промышленных отходов. В настоящее время только в хвостохранилищах Лебединского горно-обогатительного комбината (Белгородская область), являющихся одними из крупнейших в России – земельный отвод составляет 1529 га и превышает площади, выделенные под карьер (1100 га), находится свыше 80 млн т отходов ХОЖК [1].

Отходы ХОЖК представляют собой мелкодисперсный порошок, образующийся при сухой и мокрой сепарации измельченных железосодержащих кварцитов. Основными производителями отходов данного вида являются ГОКи, перерабатывающие

железную руду в железосодержащий концентрат.

По данным физико-механических испытаний и химического анализа, изложенных в работах [2, 4], «хвосты» представляют собой тонкодисперсную смесь с удельной поверхностью до 250 см²/г, состоящую, в основном, из кремнезема в виде кварца, гематита, магнетита и других оксидов.

Отходы обогащения железистых кварцитов Лебединского и Стойленского ГОКов предложено использовать в качестве железосодержащего компонента цементных шихт [5]. На традиционных вяжущих, модифицированных новыми суперпластификаторами, с использованием ХОЖК получены высокоподвижные проникающие смеси для укрепления оснований автомобильных дорог [6].

Но, несмотря на множество разработок, посвященных проблеме утилизации отходов ХОЖК, доля их использования остается по-прежнему незначительной. Накопление промышленных отходов рудопереработки приводит к повышению радиационного уровня, загрязнению атмосферного воздуха, проникновению тяжелых металлов в почвы и водные объекты. Учеными подсчитано, что с 1 га поверхности отвала выносятся до 300 т пыли в год [2, 3]. Поэтому одним из актуальных направлений природоохранной работы, рационального использования природных ресурсов является дальнейшая разработка технологий переработки этих отходов и вовлечение их в производство полезной, пользующейся спросом продукции.

Нами предложено использовать ХОЖК для получения железоксидного пигмента-

наполнителя. В группу пигментов-наполнителей входит ряд природных и синтетических неорганических порошкообразных веществ [7]. Пигменты-наполнители получили широкое применение во многих отраслях промышленности: лакокрасочной технике (грунтовки, шпатлевки, краски, эмали), наполнители используются в производстве пластмасс, резин, компаундов, как компоненты многих отделочных составов, в строительстве, в бумажной и керамической промышленности и т.д. В зависимости от назначения к наполнителям предъявляются специфические требования по дисперсности, термостойкости, содержанию примесей и другим показателям. В табл. 1. приведены некоторые свойства наполнителей, используемых в лакокрасочной промышленности.

Таблица 1

Свойства пигментов-наполнителей

Наполнитель	Показатель преломления	Истинная плотность, кг/м ³	Маслоемкость	pH водной вытяжки
Барит	1,64	4500	6–10	8–9
Доломит	1,62	2850	15–19	10
Каолин	1,60	2540–2600	13–20	5–8
Мел	1,60	2710	10–14	9–10
Волластонит	1,63	2780–2910	20–26	9–10
Тальк	1,58	2730–2850	25–60	9–10
Слюда	1,59	2740–2880	20–25	менее 9

Высокая дисперсность необходима для облегчения распределения наполнителей в пленкообразующих веществах. При совместном применении высокодисперсных пигментов и наполнителей для диспергирования не требуется специального перетирающего оборудования.

Железooksидный пигментированный наполнитель на кварцевой основе состоит на 95–97% из природного кварцевого песка и 3–5% железосодержащей присадки, закрепленной на его поверхности и придающей частицам определенный цвет. В качестве присадок или хромофоров служат оксиды железа, образующиеся в результате термического разложения солей железного купороса ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), хлорного железа ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) и соды Na_2CO_3 . В зависимости от режима термообработки окраска может варьироваться от ярко-оранжевой до темно-красной. Сочетание солей двух- и трехвалентного железа в составе сырьевой шихты способствует формированию более яркой окраски получаемого пигмента-

наполнителя. Введение небольших количеств соды приводит к образованию силиката натрия, который дополнительно закрепляет пигментированный слой, остекловывая поверхность [7].

Исходя из того, что отходы ХОЖК представляют собой тонкодисперсные системы с содержанием оксидов железа до 12% и SiO_2 до 72%, по нашему предположению данные отходы могут быть с успехом использованы в производстве лакокрасочных материалов, в частности, в качестве пигментов-наполнителей.

Для выявления возможности использования отходов ХОЖК в производстве лакокрасочных материалов были исследованы их физико-химические свойства. Гранулометрический состав, $S_{\text{уд}}$, насыпная и истинная плотности представлены в табл. 2.

Для проведения разнообразных технологических процессов немаловажными являются сведения о размерах взаимодействующих частиц (табл. 3).

Таблица 2

Гранулометрический состав отходов ХОЖК Лебединского и Стойленского ГОКов

Количество материала для анализа, г		Остатки на ситах																			
		> 0,1		0,1–0,63		0,63–0,315		0,315–0,25		0,25–0,2		0,2–0,14		0,14–0,1		0,1–0,08		0,08–0,05		< 0,05	
		г	%	г	%	г	%	г	%	г	%	г	%	г	%	г	%	г	%	г	%
ЛГОК	500	31,39	6,28	12,7	2,54	18,28	3,66	22,35	4,47	20,42	4,08	71,77	14,37	254,56	50,91	51,33	10,27	15,52	3,1	1,68	0,34
СГОК	500	0,53	0,1	2,28	0,46	15,58	2,51	8,24	1,65	16,81	3,36	63,06	12,61	285,03	57,01	87,74	17,55	223,53	4,51	1,2	0,24

Таблица 3

Содержание частиц по фракциям в отходах ХОЖК, %

	более 60 мкм	60–40 мкм	40–20 мкм	20–10 мкм	менее 10 мкм
ЛГОК	15	30	34	15	6
СГОК	10	20	40	20	10

Согласно [8], диаметры частиц материала, используемого в качестве пигмента-наполнителя, должны находиться в пределах 0–70 мкм; таким образом, по этому показателю предлагаемый нами материал также соответствует требованиям, предъявляемым к пигментам. Как видно из результатов исследования, содержание частиц более 70 мкм незначительное, поэтому для повышения дисперсности

частиц отходов ХОЖК может использоваться измельчение в мельницах мокрого помола в течение непродолжительного времени.

В связи с тем, что по данным дисперсного анализа отходы ЛГОК содержат большее количество частиц диаметром до 10 мкм, в дальнейшей работе использовались отходы ЛГОК, химический состав которых представлен в табл. 4.

Таблица 4

Химический состав отходов ЛГОК

Компоненты	Мас., %	Компоненты	Мас., %
Feобщ.	10,24	MgO	4,32
FeO	7,22	S	0,16
Fe ₂ O ₃	8,55	P	0,18
SiO ₂	71,27	Na ₂ O+K ₂ O	1,66
Al ₂ O ₃	2,53	П.П.П.	1,49
CaO	2,62		

Из данных табл. 4 следует, что ХОЖК на 71,27% состоит из песка, а содержание железа общего составляет 10,24%, т.е. по этим показателям ХОЖК приближаются к составу шихты, используемой в промышленности для получения железоксидных пигментов. В соответствии с классификацией вредных веществ данный отход относится к 4 классу опасности – малоопасные вещества, рН водной вытяжки – 6,9.

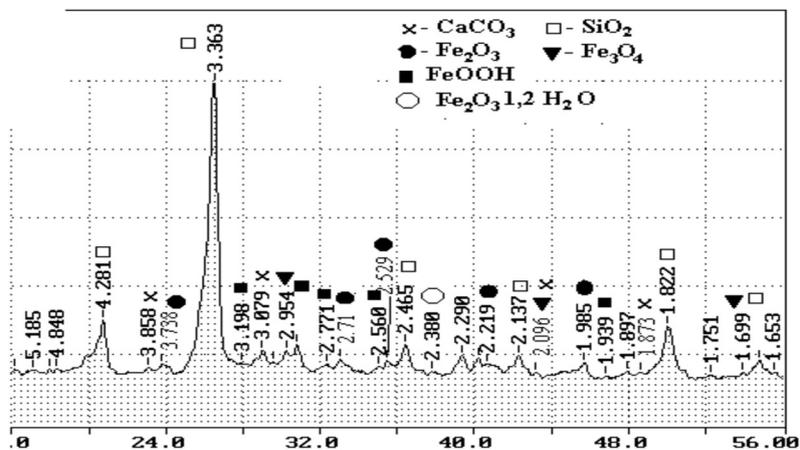
По результатам РФА минералогический состав ХОЖК представлен SiO₂, о чем свидетельствует наличие соответствующих

пиков (рис. 1, а) d(A) = 4,281; 3,363; 2,465; 2,290; 2,243; 2,137; 1,985; 1,822; 1,675, Fe₃O₄ d(A) = 2,954; 2,56; 2,465; 2,096; 1,699, α-Fe₂O₃ d(A) = 3,738; 2,71; 2,529. Также наличие соответствующих пиков с достаточной интенсивностью подтверждает присутствие в качестве примеси кальцита CaCO₃ d(A) = 3,858; 3,079; 2,56; 2,096; 1,873 (рис. 1, а).

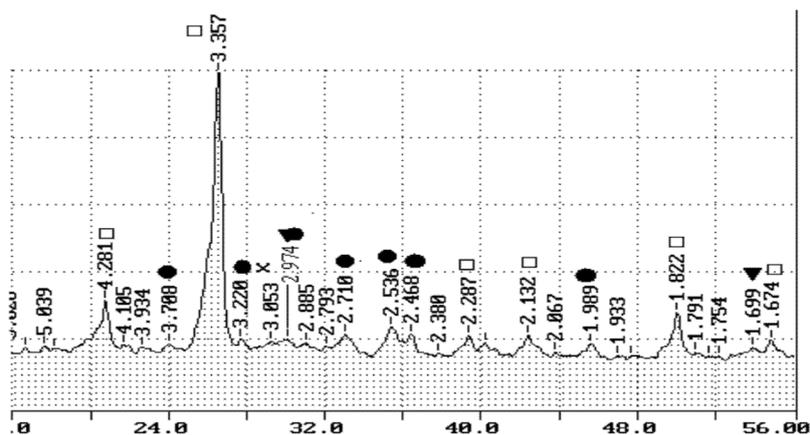
Результаты ДТА для исследованного образца определили 4 эндотермических эффекта: при 160 °С – потеря гигроскопической влаги; при 570 °С и 845 °С – процесс разложения MgCO₃ и CaCO₃, соответствен-

но сопровождается значительной потерей массы; кроме того, эндоэффект при 570°C характерен для обратимого полиморфного превращения кварца из α- в β- модифи-

кацию; и 3 экзотермических эффекта: при 710°C, 900°C, 950°C – характеризует последовательный переход Fe₃O₄ в γ-Fe₂O₃ и α-Fe₂O₃ (рис. 2).



a



б

Рис. 1. Рентгенограммы отходов ХОЖК Лебединского ГОКа: а – исходные; б – термообработанные при температуре 1000°C

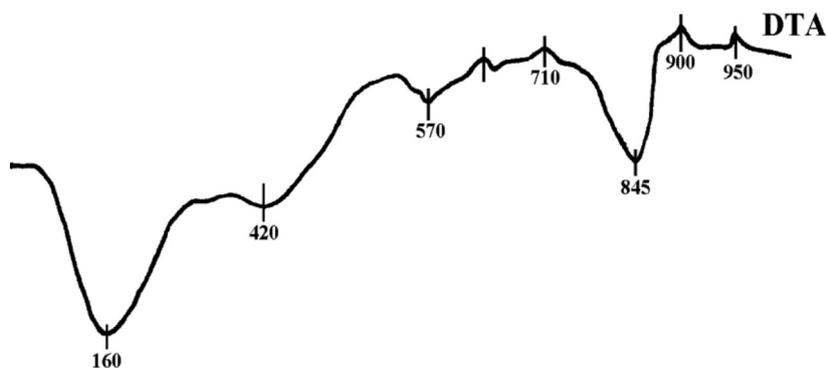


Рис. 2. Результаты ДТА исходного ХОЖК ЛГОКа

Присутствие экзотермических эффектов на ДТА при температурах 800 °С и 950 °С характеризует наличие остаточного количества магнетита. Наличие железосодержащих минералов в составе ХОЖК обеспечивает относительно равномерное распределение железа как основного цветообразующего компонента в массе отхода и позволяет исключить использование в составе сырьевой шихты дорогостоящих химически чистых соединений – оксидов и солей железа.

В результате предлагаемый способ получения пигментов-наполнителей из отходов ХОЖК осуществляется по упрощенной схеме: термообработка – помол.

При термообработке происходит поэтапное окисление магнетита Fe_3O_4 с образованием $\alpha-Fe_2O_3$, общее количество которого увеличивается, на что указывает повышение интенсивности соответствующих пиков на РФА $d(A) = 2,71; 2,532$ и изменение окраски материала от серого до терракотового. Это сопровождается снижением интенсивности пиков, характерных для Fe_3O_4 $d(A) = 2,954$ (рис. 1, б). При термообработке происходит также разложение кальцита, на что указывает (исчезновение) снижение интенсивности соответствующих пиков $d(A) = 3,074; 2,505; 2,341; 1,951; 1,882$ (рис. 1, б). Наличие экзотермического эффекта на ДТА при темпера-

туре 950 °С характеризует присутствие остаточного количества магнетита.

Проведённые исследования показали, что температура обжига оказывает существенное влияние на цвет пигмента: при 900 °С он кирпично-оранжевый, а при 1000 °С окраска становится более интенсивной и приобретает красновато-коричневый цвет. Наличие в шихте 1 % соды благоприятно влияет на интенсивность окраски железооксидного пигмента.

Для приготовления качественных красок большое значение имеет их степень перетира, характеризующая размер твердых частиц пигмента-наполнителя, входящего в состав красок. Степень перетира определяется после смешивания всех компонентов краски в бисерной мельнице и зависит от длительности этого процесса.

В мельницу загружали все необходимые компоненты для получения масляной краски по рецептуре ООО «Завод Краски КВИЛ». Через небольшие промежутки времени мельницу останавливали, отбирали пробу краски для определения степени перетира. Результаты исследования зависимости степени перетира от длительности перемешивания представлены в табл. 5. После 20 мин перемешивания смеси в бисерной мельнице степень перетира достигла требуемого значения.

Таблица 5

Зависимость степени перетира от времени перемешивания

Время перемешивания, τ, мин	Степень перетира, мкм			
	1-й обр.	2-й обр.	3-й обр.	4-й обр.
5	100,0	99,5	100,0	100,0
10	83,3	83,5	83,8	83,6
12	79,5	79,9	80,2	79,9
15	74,5	75,2	74,9	75
18	71,0	71,6	71,3	71,3
20	70,0	69,5	70,0	70,0
23	67,2	66,8	68,1	67,3

Для приготовления масляной краски с использованием пигмента на основе отхода ХОЖК исследовали его характеристики с целью определения соответствия требованиям [8]. Такими характеристиками являются:

– тонкость помола – определяли остатком отобранной пробы отходов ХОЖК на сите с ячейками размером в свету 0,2 мм [8] в % к первоначальной массе пробы. По требованиям [8] остаток отходов ХОЖК на сите № 02 для первого сорта сырья должен быть не более 15 %, а для второго сорта – 30 % от общей массы.

В соответствии с результатами ситового анализа (табл. 2), отходы ХОЖК, взятые для исследований, относятся к первому сорту сырья.

Масляная краска на основе отходов ХОЖК была приготовлена по рецептуре ООО «Завод Краски КВИЛ» и исследована в лаборатории по показателям, характерным для данных материалов, в частности по маслосодержанию – минимальному количеству льняного масла (в г), необходимому для перевода 100 г сухого пигмента в однородную пасту, которая не должна крошиться и растекаться [9]. Результаты эксперимента представлены в табл. 6.

Таблица 6

Маслоемкость отходов ХОЖК железистых кварцитов

№ пробы	Масса отходов ХОЖК, т, г	Объем масла, израсходованного на отходы ХОЖК, V, мл	Маслоемкость, М, г/100 г
1	20	3,8	14,8
2		3,95	15,3
3		3,9	15,2
Среднее		3,88	15,1

Как следует из результатов исследования (табл. 6), полученное нами значение маслоемкости для ХОЖК находится в пределах, допускаемых ГОСТом для материалов, используемых в настоящее время в промышленности в качестве пигмента-наполнителя.

В дальнейшем полученный пигмент добавляли при приготовлении масляной краски. Полученную краску наносили на

стеклянные образцы для испытаний. Испытания полученных образцов проводили по следующим показателям: количество летучих и нелетучих веществ; массовая доля пленкообразующего вещества; вязкость; степень перетира; укрывистость; время высыхания; твердость пленки. Испытания проводили в соответствии с ГОСТ 10503-71 [7]. Результаты исследований представлены в табл. 7 и 8.

Таблица 7

Количество летучих веществ

№ образца	Масса навески до нагревания, г	Масса навески после нагревания, г	Содержание летучих, %	Содержание нелетучих, %	Содержание летучих по ГОСТ
1	1,960	1,467	16,5	83,5	до 20%
2	1,84	1,527	17,0	83,0	до 20%
3	1,91	1,601	16,21	83,79	до 20%
среднее			16,57	83,43	до 20%

Определение содержания пленкообразующих веществ проводили расчетным путем

по разности между нелетучими и твердыми (табл. 8, 9).

Таблица 8

Содержание твердых веществ

№ образца	Масса навески до отделения, г	Масса навески после отделения, г	Содержание твердых веществ, %	Содержание твердых веществ по ГОСТ, %
1	2,74	1,69	61,81	не менее 60
2	2,39	1,46	61,12	
3	3,071	1,92	62,50	
среднее			61,81	

За результат приняли среднее арифметическое значение. Содержание пленкообразующих веществ, X3, вычисляют по формуле, %

$$X3 = X1 - X2,$$

где X2 – среднее арифметическое значение содержания твердых веществ, %; X1 – сред-

нее арифметическое значение содержания нелетучих веществ, %.

Значения содержания пленкообразующих веществ в краске, полученной экспериментальным путем и в соответствии с ГОСТ 10506-71 [7], приведены в табл. 9 и соответствуют требованиям.

Таблица 9

Фактические и нормативные значения содержания пленкообразующих веществ, %

Содержание пленкообразующего вещества, полученное экспериментально	Содержание пленкообразующего вещества по ГОСТ 10503-71 [336]
21,62	не менее 20

Как следует из результатов испытаний полученной нами краски с применением отходов ХОЖК, количество пленкообразующих веществ в ней соответствует требованиям ГОСТ 10503-71 [8].

Условная вязкость для краски, приготовленной с использованием ХОЖК, составила 80 ед. при требованиях ГОСТ 120 ед; укрывистость 110 г/м² (норма – 100); время высыхания – 2 часа при норме до 24 час; твердость пленки для краски на основе ХОЖК – 0,2 усл.ед. при норме не менее 0,05. Таким образом, по всем исследуемым показателям краска на основе ХОЖК соответствует требованиям ГОСТ.

Работа выполнена в рамках гранта РФФИ (проект № 14-41-08054 р_офи_м).

Список литературы

1. Технологические и санитарно-экологические проблемы утилизации и захоронения твердых и бытовых отходов, пути их решения в Белгородской области // Мат-лы областного семинара-совещания. Губкин, 1998. – С. 62–64.
2. Лесовик Р.В., Калашников В.А. К возможности использования техногенного месторождения песка // Сб. докл. Междунар. научн. конф. «Экология – образование, наука и промышленность». Белгород, 2002. – Ч.3. – С. 104–108.
3. Винчук Б.Г., Мишина И.В. Проблемы обезвоживания, складирования и утилизации хвостов ГОКов // Тез. докл. Всесоюзн. Научно-техн. конф. г. Кривой Рог, 25–27 сент., 1990. – С. 29–30.
4. Тарасова Г.И., Свергузова Ж.А. Разработка способа утилизации хвостов обогащения железистых кварцитов // Сб. докл. Междунар. научн. конф. «Экология – образование, наука и промышленность». Белгород, 2002. – Ч.3. – С. 236–239.
5. Гришина А.А., Воропаева В.В. Ячеистый автоклавный бетон на основе хвостов обогащения железных руд КМА. Белгород, 1973. – 217 с.
6. Косухин А.М., Бабин А.А., Косухин М.М., Шаповалов Н.А. Модифицированные минеральные композиции для укрепления оснований автомобильных дорог // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2009. – № 4. – С. 25–27.
7. Бельский Е.Ф., Рискин И.В. Химия и технология пигментов. – Л.: Химия, 1974. – 656 с.
8. ГОСТ 10503-71 Краски масляные, готовые к применению. Технические условия. – М.: Изд-во Стандартов, 1999. – 5 с.
9. ГОСТ 21119.8-75 Общие методы испытаний пигментов и наполнителей. Определение маслосмекости. – М.: Изд-во стандартов, 1999. – 5 с.

References

1. Tehnologicheskie i sanitarno-jekologicheskie problemy utilizacii i zahoroneniya tverdyh i bytovyh othodov, puti ih reshenija v Belgorodskoj oblasti // Mat-ly oblastnogo seminar-a-soveshhenija. Gubkin, 1998. pp. 62–64.
2. Lesovik R.V., Kalashnikov V.A. K vozmozhnosti ispol'zovaniya tehnogennoho mestorozhdenija peska // Sb. dokl. Mezhdunar. nauchn. konf. «Jekologija – obrazovanie, nauka i promyshlennost'». Belgorod. 2002. Ch.3. pp. 104–108.
3. Vinchuk B.G., Mishina I.V. Problemy obezvozhivaniya, skladirovaniya i utilizacii hvostov GOKov // Tез. dokl. Vsesojuzn. Nauchno-tehn. konf. g. Krivoj Rog, 25–27 sent., 1990. pp. 29–30.
4. Tarasova G.I., Sverguzova Zh.A. Razrabotka sposoba utilizacii hvostov obogashhenija zhelezistykh kvarcitov // Sb. dokl. Mezhdunar. nauchn. konf. «Jekologija – obrazovanie, nauka i promyshlennost'». Belgorod. 2002. Ch.3. pp. 236–239.
5. Grishina A.A., Voropaeva V.V. Jacheistyj avtoklavnyj beton na osnove hvostov obogashhenija zheleznyh rud KMA. Belgorod, 1973. 217 p.
6. Kosuhin A.M., Babin A.A., Kosuhin M.M., Shapovalov N.A. Modificirovannye mineral'nye kompozicii dlja ukrepleniya osnovanij avtomobil'nyh dorog // Vestnik BGTU im. V.G. Shuhova. 2009. no 4. pp. 25–27.
7. Belen'kij E.F., Riskin I.V. Himija i tehnologija pigmentov. L.: Himija, 1974. 656 p.
8. GOST 10503-71 Kraski masljanye, gotovyje k primeneniju. Tehnicheskie uslovija. M.: Izd-vo Standartov, 1999. 5 p.
9. GOST 21119.8-75 Obshhie metody ispytanij pigmentov i napolnitelej. Opredelenie masloemkosti. M.: Izd-vo standartov, 1999. 5 p.

Рецензенты:

Павленко В.И., д.т.н., профессор, академик РАЕ, директор института строительного материаловедения и техносферной безопасности ФГБОУ ВПО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» (БГТУ им. В.Г. Шухова), г. Белгород;

Лопанов А.Н., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Безопасность жизнедеятельности» ФГБОУ ВПО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» (БГТУ им. В.Г. Шухова), г. Белгород.

Работа поступила в редакцию 05.12.2014.

УДК 004.93.12

НЕЙРОСЕТЕВОЕ РАСПОЗНАВАНИЕ МУЗЫКАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕЛ-ЧАСТОТНЫХ КЕПСТРАЛЬНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ

Станкевич Ф.В., Спицын В.Г.

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»,
Томск, e-mail: stankevichfv@tpu.ru

В данной статье рассматривается распознавание образов с применением нейронных сетей на примере распознавания музыкальных инструментов. Проблема распознавания звука музыкальных инструментов рассматривается во многих работах, но большинство из них используют большое количество признаков. Целью нашей работы является минимизация количества признаков при условии получения высокой точности распознавания. В качестве признаков используются мел-частотные кепстральные коэффициенты с применением метода главных компонент. Для классификации признаков используется нейронная сеть прямого распространения. Для обучения сети были рассмотрены два подхода: метод обратного распространения ошибки и нейроэволюционный алгоритм Enforced Subpopulations (ESP). Метод обратного распространения ошибки показал лучшие результаты. Данная работа посвящена распознаванию отдельно звучащих нот музыкальных инструментов, однако предложенный алгоритм показал хорошие результаты и при анализе сложных сигналов.

Ключевые слова: распознавание образов, музыкальные инструменты, мел-частотные кепстральные коэффициенты, метод главных компонент, нейроэволюция

NEURAL NETWORK RECOGNITION OF MUSICAL INSTRUMENTS USING MEL-FREQUENCY CEPSTRAL COEFFICIENTS

Stankevich F.V., Spitsyn V.G.

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, e-mail: stankevichfv@tpu.ru

In this paper the task of automatic musical instrument recognition is considered. A lot of papers have been published on this topic, but most of them use a great number of features for recognition of musical instrument sound. This work is devoted to minimization the number of features together with getting of high recognition accuracy. The Mel-Frequency Cepstral Coefficients are considered as the main set of features. Additionally, the number of MFCC has been optimized using Principle Component Analysis. A feedforward neural network was used as a classifier. Two approaches were considered for classifier training: backpropagation method and Enforced Subpopulations neuroevolution approach. The backpropagation method was determined as the best one. Basically, this work is devoted to recognition of isolated notes, but also the developed algorithm was applied to a complex signal and as a result solo parties of musical instruments were successfully identified.

Keywords: pattern recognition, musical instruments, mel-frequency cepstral coefficients, principle component analysis, neuroevolution

Человеческий мозг способен распознавать различные визуальные и звуковые образы, в том числе и отличать звучание одного музыкального инструмента от другого, даже на фоне звучания других инструментов. В данной работе рассматривается проблема распознавания звука отдельного музыкального инструмента на основе его спектральных особенностей с применением нейронных сетей.

Задача распознавания музыкальных инструментов востребована при обработке сложных музыкальных сигналов, а именно аудиозаписей музыкальных произведений различных жанров, таких как классическая музыка, эстрадная музыка и другие. Данная задача относится к классу задач Music Information Retrieval (MIR) и может быть использована для аннотирования медиаконтента, сегментации музыкальных сигналов и идентификации музыкальных объектов (нот).

Этой теме посвящено множество исследований, например [2, 3 и 7], но боль-

шинство из них используют большое количество признаков для распознавания музыкальных инструментов. Целью данной работы ставится уменьшение количества признаков с получением высокой точности при распознавании отдельно звучащих нот музыкальных инструментов.

Извлечение признаков

Музыкальный звук имеет характерную структуру в спектральном диапазоне (рис. 1.) В его составе есть основной тон, как правило, с наибольшей амплитудой, и сопутствующие гармоники – обертоны, наиболее значимыми являются первые несколько гармоник. Именно эти обертоны определяют тембр звука и соответственно музыкальный инструмент.

Однако спектр представляет собой большой набор данных, которые нецелесообразно использовать в исходном виде для решения задачи распознавания. В связи с этим необходимо определить значимый

набор признаков. В качестве такого набора было решено использовать мел-частотные кепстральные коэффициенты (MFCC). Данные коэффициенты были определены как лучшие признаки для распознавания музыкальных инструментов в работе [5].

Мел-частотные кепстральные коэффициенты представляют собой нелинейный спектр спектра, хорошо аппроксимируют слуховую систему человека, а также успешно используются для решения задач распознавания речи.

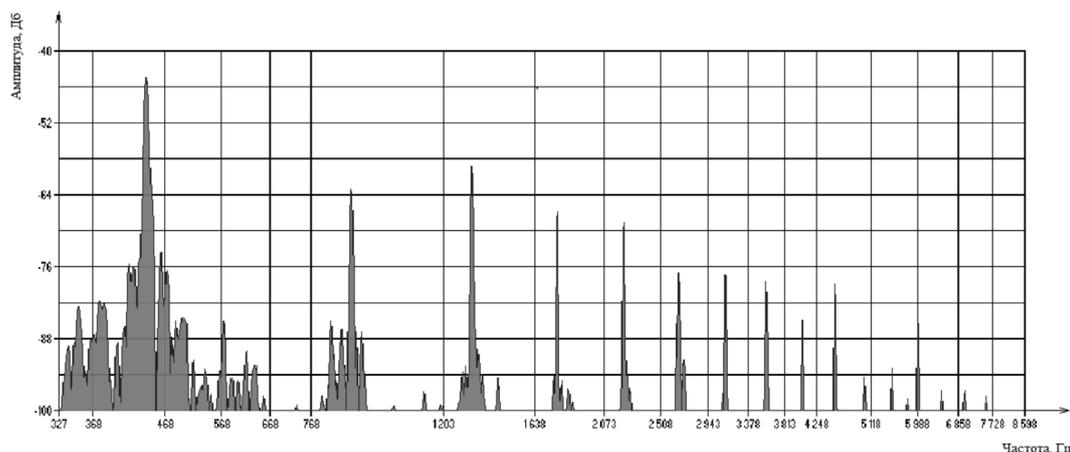


Рис. 1. Структура звука музыкального инструмента в спектральном диапазоне [1]

Алгоритм вычисления MFCC можно описать следующим образом [4]:

- вычисление оконного преобразования Фурье;
- нелинейное разбиение спектра на n частей с применением мел-шкалы;
- вычисление энергии сигнала для каждого интервала с применением треугольных фильтров (с перекрытием);
- вычисление логарифма энергии сигнала для каждого интервала;
- выполнение дискретного косинусного преобразования.

Для снижения сложности полученного пространства признаков мы использовали метод главных компонент (РСА). Это позволило нам уменьшить корреляцию признаков и удалить наименее значимые из них. Алгоритм вычисления главных компонент может быть описан следующим образом:

- определение матрицы корреляции;
- нахождение собственных значений и соответствующих собственных векторов;
- упорядочивание собственных векторов по соответствующим им собственным значениям (по убыванию);
- нахождение проекций входных данных на собственные векторы;
- отбрасывание последних m проекций.

Первые проекции представляют наиболее значимые компоненты в исходном векторе данных, и, соответственно, последние проекции представляют наименее значи-

мые. Более подробное описание алгоритма может быть найдено в [8].

Классификация

Для обучения классификатора мы использовали набор маркированных примеров изолированных нот музыкальных инструментов Университета Айовы [9]. Для каждого инструмента были отобраны ноты в их эффективном рабочем диапазоне. Длительность звучания каждой ноты составляла 1–2 секунды. Мы использовали ноты, сыгранные в обычном стиле (деташе) на форте (громко), для обучения классификатора, а для тестирования – ноты, сыгранные на меццо-форте (довольно громко). Данный подход позволил приблизить процесс распознавания музыкальных инструментов к реальному сценарию.

В качестве классификатора мы использовали искусственную нейронную сеть (ИНС) прямого распространения и метод обратного распространения ошибки для обучения сети. Нейронная сеть содержала один скрытый слой. Параметры сети представлены ниже:

- число нейронов в скрытом слое: 24;
- допустимая ошибка классификации: 1%;
- скорость обучения: 0,05;
- максимальное количество эпох обучения: 250.

Для оценки процесса обучения мы использовали кросс-валидацию. Валидационная часть составляла 30% от обучающей выборки.

В качестве альтернативы методу обратного распространения ошибки, мы применили нейроэволюционный подход обучения сети, а именно метод Enforced Subpopulations (ESP), предложенный Фаустино Гомесом. Метод адаптирует значения весов ИНС посредством их генетической эволюции. Данный метод использует прямое кодирование и нейронную сеть прямого распространения с одним скрытым слоем. Одна из особенностей данного метода – это использование механизма взрывной мутации на основе распределения Коши для вывода процесса эволюции из локального экстремума. Кратко данный алгоритм может быть описан следующими шагами [6]:

- инициализация – создание h подпопуляций с n нейронами, где h – число нейронов в скрытом слое, n – размер популяции;
- оценка – выбирается случайная комбинация нейронов (по одному из каждой подпопуляции) и формируется нейронная сеть, затем оценивается ее приспособленность. Данная приспособленность добавляется кумулятивно к каждому нейрону этой сети. Оценка продолжается до тех пор, пока

каждый нейрон не примет участие как минимум в десяти оценках;

- проверка вырождения – если приспособленность лучшей сети не улучшается в течение b поколений, то выполняется взрывная мутация. Если после двух мутаций не происходит улучшение приспособленности, то выполняется адаптация размера сети;

- рекомбинация – вычисляется средняя приспособленность каждого нейрона, затем они сортируются (в пределах подпопуляции). 25 % лучших нейронов скрещиваются с использованием одноточечного кроссинговера. Для нейронов с низкой приспособленностью выполняется мутация с распределением Коши. В конце происходит выбор лучших n нейронов.

- этапы оценки-рекомбинации повторяются до тех пор пока не найдена сеть с требуемой приспособленностью (качеством).

Алгоритм распознавания

Алгоритм распознавания музыкальных инструментов состоит из шести блоков (рис. 2).

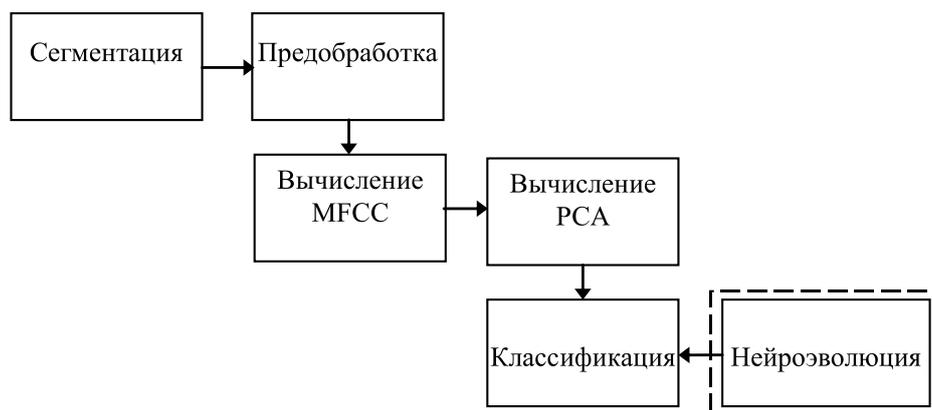


Рис. 2. Схема алгоритма распознавания

Сегментация разбивает сигнал на интервалы по 100 мс, предполагая, что спектр сигнала на этих участках постоянен в статистическом смысле. Предобработка включает увеличение амплитуды частот в верхней части спектра, а также применение оконной функции Хэмминга для устранения высоких частот полученных при обрезании сигнала на границах интервала. Предобработка происходит во временной области сигнала. Следующими этапами являются вычисление мел-частотных кепстральных коэффициентов и применение метода главных компонент. Нейроэволюционный метод обучения ИНС является опциональным этапом алгоритма.

Полученные результаты

В результате тестирования алгоритма были найдены его оптимальные параметры. Это количество MFCC – 14 и количество главных компонент – 7. Эти параметры обеспечивают высокую точность (более 90%) при минимизации числа используемых признаков.

Метод главных компонент позволил нам сделать входные данные более компактными, уменьшить пространство признаков (с 14 до 7) и соответственно найти наиболее оптимальную поверхность решения. На рис. 3 показаны пространства признаков MFCC (а) и PCA (б) (три первых составляющих, 3D-вид). Можно заметить, что данные располагаются более компактно и через

них можно построить более простую разделяющую поверхность.

Использование нейроразвиточного алгоритма Enforced Subpopulation не смог-

ло дать более высокую точность в сравнении с методом обратного распространения ошибки. Результаты сравнения отражены в табл. 1.



Рис. 3. Проекция данных: а – MFCC, б – PCA

Таблица 1

Сравнение ESP и метода обратного распространения ошибки

Метод	Кол-во инструментов	Время обучения, мин	Точность, %
ESP	2	10	99,10
Метод обратного распр. ошибки		0,01	100,00
ESP	3	21	97,12
Метод обратного распр. ошибки		0,01	97,46
ESP	4	30	95,10
Метод обратного распр. ошибки		0,05	96,15
ESP	5	45	91,76
Метод обратного распр. ошибки		0,4	92,84
ESP	6	54	92,07
Метод обратного распр. ошибки		0,9	92,89

Точность распознавания по инструментам, полученная с помощью метода обратного распространения ошибки показана в табл. 2.

Таблица 2

Точность распознавания (по инструментам)

Инструмент	Точность, %
Труба	99,47
Скрипка	92,95
Фортепиано	94,35
Флейта	95,15
Кларнет	74,31
Маримба	96,50
Средняя	92,89

Средняя точность распознавания для шести музыкальных инструментов составила 92,89%. Ошибки классификации по каждому инструменту показаны в табл. 3.

Зависимость точности распознавания от числа используемых в алгоритме музыкальных инструментов представлена на рис. 4. Инструменты добавлялись в следующем порядке: труба, фортепиано, скрипка, флейта, кларнет, маримба, тромбон, гобой, гитара, контрабас, саксофон и виолончель.

Описанный выше алгоритм был проанализирован относительно применимости к сложному сигналу. Для анализа использовалась Прелюдия Шостаковича № 5, в которой одновременно звучат два инструмента: скрипка и фортепиано. Сольные партии данных инструментов были успешно идентифицированы с помощью разработанного алгоритма. Результат анализа сложного сигнала представлен на рис. 5. Внизу вручную обозначены фактические сольнные партии, выше цветом показан результат работы программы.

Таблица 3

Ошибки классификации

	Труба	Скрип.	Фо-но	Флейта	Клар.	Маримба
Труба	113	-	1	-	-	-
Скрипка	-	41	1	-	-	2
Фо-но	-	-	21	2	-	-
Флейта	-	-	-	68	-	-
Кларнет	-	-	-	12	52	1
Маримба	-	-	1	-	-	70

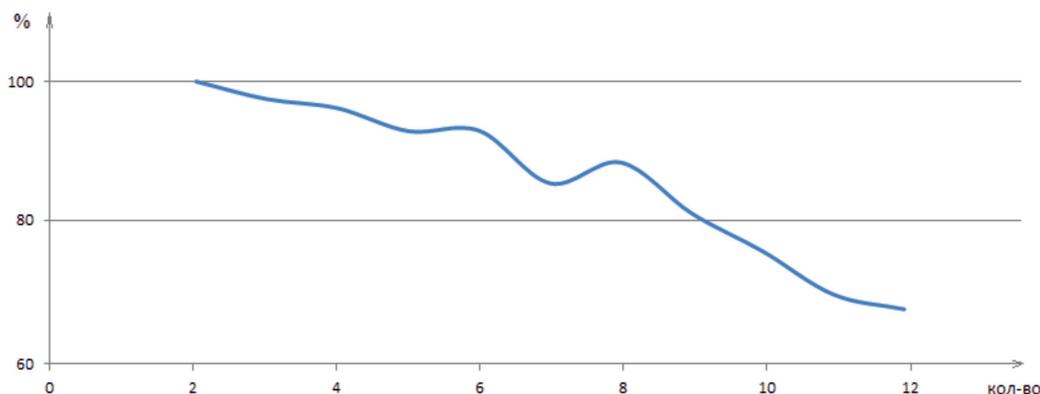


Рис. 4. Зависимость точности распознавания от числа музыкальных инструментов

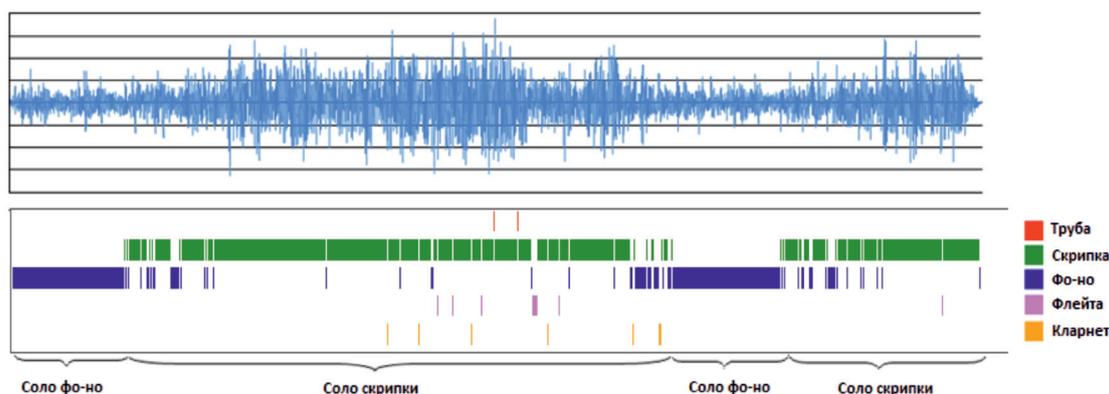


Рис. 5. Результат анализа сложного сигнала

Заключение

В данной работе мы проанализировали использование нейросетевого подхода для распознавания музыкальных инструментов на основе мел-частотных кепстральных коэффициентов. Для снижения числа признаков был использован метод главных компонент. В результате была получена высокая точность распознавания музыкальных инструментов при использовании семи признаков, подаваемых на вход классификатора на базе искусственной нейронной сети.

Исследование выполнено при частичной финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 12-08-000296.

Список литературы

1. Фадеев А.С. Идентификация музыкальных объектов на основе непрерывного вейвлет-преобразования. Диссертация, Томский политехнический университет, 2008 – 192 с.
2. Brown J.C. Computer identification of musical instruments using pattern recognition with cepstral coefficients as features. J Acoust. Soc Am, 1999. – 30 p.
3. Chandwadkar D.M., Sutaone M.S. Role of Features and Classifiers on Accuracy of Identification of Musical Instruments.

2nd National Conference on Computational Intelligence and Signal Processing, 2012. – P. 66–70.

4. Davis S., Mermelstein P. Comparison of parametric representations for monosyllabic word recognition in continuously spoken sentences. *IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing*, – 1980. – Vol. 28. – № 4. – P. 357–366.

5. Eronen A. Comparison of features for musical instrument recognition. *Workshop on Signal Processing for Audio and Acoustics*, 2001. – P. 19–22.

6. Gomez F. Robust non-linear control through neuroevolution. PhD thesis, The University of Texas at Austin, 2003. – p. 137.

7. Nielsen A. B., Sigurdsson S., Hansen L. and Arenas-Garcia J. On the relevance of spectral features for instrument classification. *Proc. Acoustics, Speech and Signal Processing*, 2007. – Vol. 2. – P. 485–488.

8. Simon O. Haykin Neural networks: a comprehensive foundation, 2d ed, Person Education, 1999. – 842 p.

9. University of Iowa Electronic Music Studios. Music instrument samples. Available HTTP: <http://theremin.music.uiowa.edu/MIS.html>, access date: 6 Jul 2014.

References

1. Fadeev A.S. Identifikatsiya muzykal'nykh ob'ektov na osnove nepreryvnogo veyvlet-preobrazovaniya. *Dissertatsiya, Tomskiy politekhnicheskii universitet*, 2008, 192 p.

2. Brown J.C. Computer identification of musical instruments using pattern recognition with cepstral coefficients as features. *J Acoust. Soc Am*, 1999, 30 p.

3. Chandwadkar D.M., Sutaone M.S. Role of Features and Classifiers on Accuracy of Identification of Musical Instruments.

2nd National Conference on Computational Intelligence and Signal Processing, 2012, pp. 66–70.

4. Davis S., Mermelstein P. Comparison of parametric representations for monosyllabic word recognition in continuously spoken sentences. *IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing*, 1980, Vol. 28 No.4, pp. 357–366.

5. Eronen A. Comparison of features for musical instrument recognition. *Workshop on Signal Processing for Audio and Acoustics*, 2001, pp. 19–22.

6. Gomez F. Robust non-linear control through neuroevolution. PhD thesis, The University of Texas at Austin, 2003, p. 137.

7. Nielsen A.B., Sigurdsson S., Hansen L. and Arenas-Garcia J. On the relevance of spectral features for instrument classification. *Proc. Acoustics, Speech and Signal Processing*, Vol. 2, 2007, pp. 485–488.

8. Simon O. Haykin Neural networks: a comprehensive foundation, 2d ed, Person Education, 1999, 842 p.

9. University of Iowa Electronic Music Studios. Music instrument samples. Available HTTP: <http://theremin.music.uiowa.edu/MIS.html>, access date: 6 Jul 2014.

Рецензенты:

Ким В.Л., д.т.н., профессор, профессор ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск;

Авдеева Д.К., д.т.н., профессор, директор ООО «Медприбор», г. Томск.

Работа поступила в редакцию 05.12.2014.

УДК 666.96:622:661.872.922.2/5

ПОЛУЧЕНИЕ ИЗ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ ЛЕБЕДИНСКОГО ГОКА ЖЕЛЕЗООКСИДЫХ ПИГМЕНТОВ-НАПОЛНИТЕЛЕЙ ДЛЯ ОБЪЕМНОГО ОКРАШИВАНИЯ СИЛИКАТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Старостина И.В., Свергузова С.В., Тарасова Г.И., Федорина М.Ю.

ФГБОУ ВПО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»,
Белгород, e-mail: starostinairinav@yandex.ru

В работе отмечается, что минералогический состав хвостов обогащения железистых кварцитов (ХОЖК) Лебединского ГОКа как текущего производства, так и из хвостохранилища, характеризуется наличием железосодержащих минералов, содержание общего железа достигает 10–15%, что позволяет использовать отходы в качестве исходной готовой шихты для получения пигментов-наполнителей. По результатам РФА при термообработке происходит поэтапное окисление магнетита (Fe_3O_4), входящего в состав ХОЖК с образованием $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$, общее количество которого увеличивается, что оказывает влияние на цвет пигмента. Наиболее интенсивная окраска получена в результате обработки отходов при температуре 1000 °С. Показано, что красящая способность пигментов-наполнителей, полученных из ХОЖК текущего производства и из шламохранилища, составляет 1 и более, следовательно, они пригодны для объемного окрашивания силикатных материалов. Установлено, что сорбционная активность пигментов-наполнителей из ХОЖК как текущего производства, так и из хвостохранилища, полученных по режимам – мягкий нагрев и термоудар, по отношению к ионам Ca^{2+} составляет более 55 мг/г, следовательно, полученные пигменты характеризуются как высокоактивные. Показано, что интенсификация окраски получаемых пигментов возможна за счет введения кальцинированной соды в состав шихты, что способствует остекловыванию поверхности; оптимальное содержание соды – 1%.

Ключевые слова: хвосты обогащения железистых кварцитов, горно-обогатительный комбинат, термообработка, мягкий нагрев, термоудар, оксид железа, сорбционная активность, красящая способность

OBTAINING THE IRON-OXIDE LOADING PIGMENTS FROM LEBEDINSKY MRP REFINEMENT WASTE FOR THE VOLUME COLOURING OF SILICATE MATERIALS

Starostina I.V., Sverguzova S.V., Tarasova G.I., Fedorina M.Y.

Belgorod Shukhov State Technological University, Belgorod, e-mail: starostinairinav@yandex.ru

The article points out that the mineral composition of ferruginous quartzites refinement tailings (FQRT) of Lebedinsky mining and refining plant from both current production and from tailing dumps, is characterized by containing ferrous minerals, the total content of iron amounts to 10–15%, which allows using waste as the initial raw charge for obtaining loading pigments. According to the results of X-ray phase analysis, during heat treatment there is observed the stagewise oxidation of magnetite (Fe_3O_4), contained in FQRT with the formation of $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$, the overall amount of which increases, which influences the colour of the pigment. The most intensive colour was obtained at waste treatment at temperature 1000 °C. It was shown that the colouring power of loading pigments, obtained from FQRT of current production and of tailing dumps, amounts to 1 and more; so, they can be used for volume colouring of silicate materials. It was determined that the sorption activity of loading pigments made of FQRT from both current production and from tailing dumps, obtained by modes of smooth heating and of thermal shock, in relation to Ca^{2+} ions is over 55 mg/g, so, the obtained pigments are characterized as highly-active. It was demonstrated that intensification of the obtained pigments colouring is possible due to introducing calcined soda into the charge, which contributes to vitrification of surface; the optimum soda content is 1%.

Keywords: ferruginous quartzites refinement tailings, mining and refining plant, heat treatment, smooth heating, thermal shock, iron oxide, sorption activity, colouring power

В настоящее время на территории земного шара известно около 20 тыс. рудных месторождений. Значительное место по общему объему добычи из недр занимают железные руды, разработка которых ведется в более чем 40 странах мира, на долю России приходится около 1/5 разведанных и общих запасов. В России железистые кварциты добываются на Кольском полуострове и в Карелии (Оленегорское и Костомушское месторождения); в бассейне Курской магнитной аномалии (КМА) (Коробковское, Лебединское, Стойленское и Михайловское месторождения). КМА – это уникальный железорудный бассейн, расположен в Центрально-Черноземном экономическом районе и включает четыре железорудных района: Белгородский,

Новооскольский, Старооскольский и Курско-Орловский. Площадь магнитной аномалии составляет около 150 тыс. км².

В зависимости от запасов, условий залегания, качества и расположения месторождений, содержание железа в руде находится в пределах от 14 до 57%. Наиболее богатые руды используются для выплавки стали, минуя доменный процесс; руды с меньшим содержанием железа подвергаются обогащению, а затем используются в металлургическом производстве.

В результате обогащения железистых кварцитов получается концентрат с преобладающим содержанием в нем рудного материала и «хвосты», состоящие в основном из пустой породы. На Лебединском

ГОКе (ЛГОКе) образующиеся хвосты представляют собой пульпу с содержанием твердой фазы до 30%, которая транспортируется к месту складирования (хвостохранилищам) по трубопроводам. Земельный отвод ЛГОКа под хвостохранилище составляет 1520 га, что превышает площади, выделенные под карьер – 1100 га. Учитывая тот факт, что производственные сооружения размещены на черноземных землях, которые являются наиболее высокоплодородными сельскохозяйственными угодьями, вопросы охраны и рационального использования земель для ЛГОКа являются первостепенной задачей. Что касается твердых отходов горнорудного производства, то только на двух ГОКах КМА – Лебединском и Стойленском – отходы или хвосты обогащения железистых кварцитов (ХОЖК) превышают 80 млн т. Поэтому вопросы рационального использования минеральных ресурсов с целью разработки и внедрения мероприятий по использованию отходов производства в технологических циклах собственных производств и других предприятий стоят очень остро. Решение экологических проблем позволит не только снизить себестоимость получения основного продукта – железорудного концентрата, но и уменьшить воздействие промышленного производства на природную среду за счет сокращения площадей нарушенных сельскохозяйственных угодий, занятых под хранение отходов.

Цель работы

Значительные объемы накопленных ХОЖК позволяют рассматривать их как потенциальное сырье для производства широкой гаммы строительных материалов. Целью данной работы является исследование возможности получения синтетических железооксидных пигментов-наполнителей из ХОЖК ЛГОКа для объемного окрашивания силикатных материалов автоклавного твердения.

Технология получения материалов, используемых в качестве пигментов-наполнителей, основана на нанесении на свежесформованные поверхности частиц кварца тонкой пленки хромофоров – оксидов металлов за счет совместного помола водных солей оксидов металлов и кварца с последующим обжигом [1]. Пигментированный наполнитель состоит на 95–97% из природного кварцевого песка и 3–5% присадки, закрепленной на его поверхности и придающей частицам определенный цвет.

Материалы и методы исследования

По химико-минералогическому составу ХОЖК близки к слабобудным кварцитам. Согласно минералогическому составу, представленному в табл. 1, породообразующим минералом является кварц (более 60%), далее магнетит (до 8%), роговая обманка, оксиды железа, пирит. Поэтому ХОЖК, являясь мелкодисперсными, могут рассматриваться как сильноожезленные искусственные пески.

Таблица 1

Минералогический состав хвостов обогащения железистых кварцитов Лебединского ГОКа, мас. %

ХОЖК	кремнезем	магнетит	гематит	общее железо
текущего производства	71,3	8,5	2,5	10,2
из хвостохранилища	63	9,6	5,5	16,7

Оценивая минералогический состав ХОЖК Лебединского ГОКа (ЛГОКа) как текущего производства, так и из хвостохранилища, их можно рассматривать в качестве исходной готовой шихты для получения пигментов-наполнителей.

Результаты исследования и их обсуждение

Ранее проведенные исследования [2] показали возможность получения из отходов обогащения железистых кварцитов пигментов-наполнителей строительного назначения. Зависимость окраски получаемых пигментов-наполнителей от температуры обжига ХОЖК представлена на рис. 1.

По результатам РФА (рис. 2) при термообработке происходит постадийное окисление магнетита (Fe_3O_4), входящего в состав ХОЖК с образованием $\alpha-Fe_2O_3$, общее

количество которого увеличивается, на что указывает повышение интенсивности соответствующих дифракционных максимумов $d(A) = 2,71; 2,536$. В результате термообработки происходит изменение соотношения оксидов железа Fe_2O_3 и Fe_3O_4 (или FeO), что оказывает влияние на цвет пигмента.

Наиболее интенсивная окраска – красно-коричневая – получена в результате обработки отходов при температуре 1000 °С. Пигменты, полученные из отходов текущего производства, имеют более светлую окраску, что указывает на пониженное содержание оксидов железа. Так как интенсивность конечной красно-коричневой окраски пигмента определяется соотношением содержания оксидов железа $\alpha-Fe_2O_3$, образовавшегося в результате термооб-

работки, и остаточного Fe_3O_4 исходных отходов.

Одной из важных характеристик пигментов, используемых для получения окрашенных силикатных материалов автоклавного твердения, является их красящая способность, оценку которой осуществляют в каждом отдельном случае для конкретных сырьевых материалов, так как их цвет играет значительную роль в конечной окраске готовой продукции. Красящую способность полученных пигментов определяли путем разбеливания известью [3, 4]. Полученные результаты, представленные в табл. 2, показали, что красящая способность пигментов

на основе термообработанных ХОЖК из хвостохранилища выше, нежели пигментов на основе отходов текущего производства, что связано с различным исходным содержанием оксидов железа. Но в обоих случаях эта характеристика не ниже 1, следовательно, пигменты-наполнители, полученные на основе ХОЖК, пригодны для объемного окрашивания силикатных материалов.

Другой важной характеристикой для пигментов, пригодных для объемного окрашивания силикатных материалов, является степень их инертности при автоклавной обработке по отношению к компонентам сырьевой смеси и особенно извести.

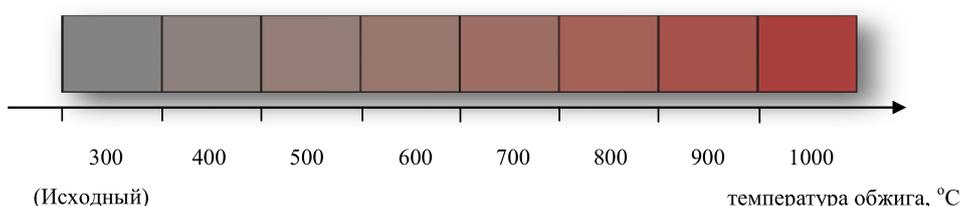


Рис. 1. Влияние температуры обжига ХОЖК ЛГОКа на окраску пигмента-наполнителя

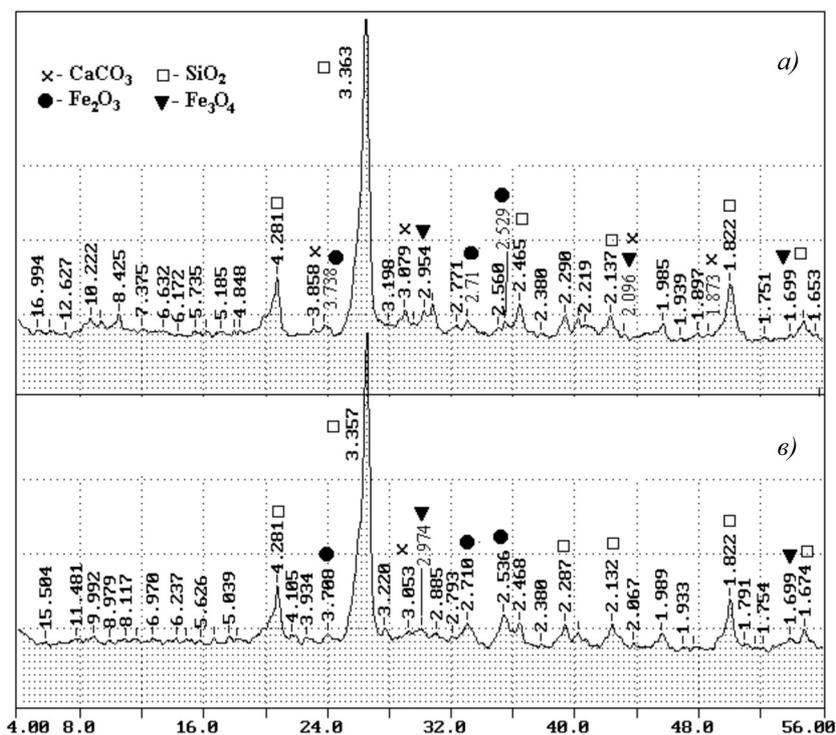


Рис. 2. Рентгенограммы ХОЖК Лебединского ГОКа: а – исходные; б – термообработанные при температуре 1000 °С

По активности пигментов, которая оценивается количеством поглощенного оксида кальция, мг, на 1 г пигмента, они разделены на 4 группы: I – высокоактивные, поглоща-

ющие более 55 мг/г; II – активные, поглощающие 50–55 мг/г; III – среднеактивные, поглощающие 40–50 мг/г; IV – малоактивные, поглощающие менее 40 мг/г.

Таблица 2

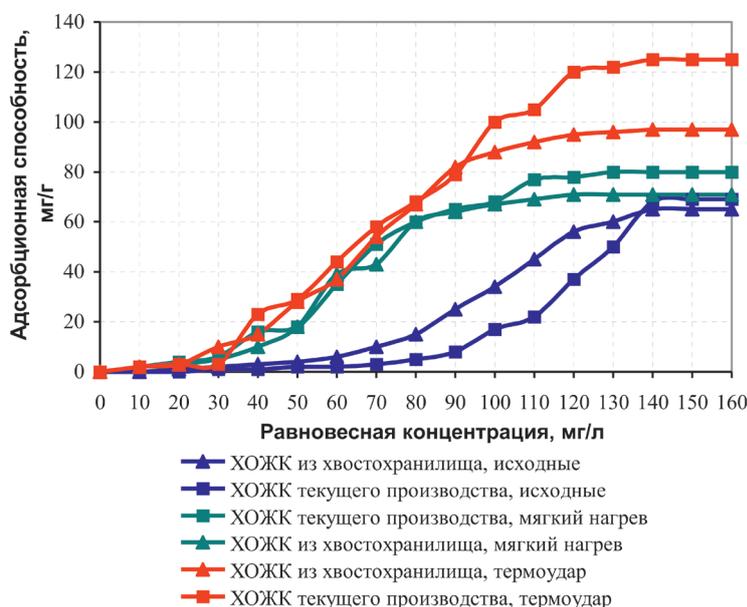
Красящая способность пигмента-наполнителя из термообработанных ХОЖК ЛГОКа

ХОЖК	$\frac{1:50^*}{0,5}$	$\frac{1:100}{1}$	$\frac{1:200}{2}$	$\frac{1:500}{5}$	красящая способность
текущего производства	+	+	–	–	1
из хвостохранилища	+	+	+	+	5

Примечание: * – над чертой – соотношение пигмент: известь; под чертой – оценка красящей способности; условные обозначения: «+» – окраска заметна, «–» – окраска не видна.

Активность полученных пигментов-наполнителей определяли по адсорбционной способности по отношению к СаО исходных и термообработанных ХОЖК. Термообработку проводили по двум режимам: мягкий нагрев – отходы помещали в ла-

бораторную печь при комнатных условиях и нагревали до конечной температуры; и термоудар – отходы помещали в печь при температуре 600 °С и далее нагревали до конечной температуры с целью термоактивации кварцевой составляющей отхода.

Рис. 3. Изотермы адсорбции ионов Са⁺² на ХОЖК ЛГОКа

Результаты исследований, представленные на рис. 3, показали, что при термической обработке ХОЖК ЛГОКа происходит изменение сорбционной способности по отношению к ионам Са⁺²: с 65 до 80 мг/г при мягком нагреве и до 125 мг/г при термоударе для отходов текущего производства; с 69 до 71 мг/г при мягком нагреве и до 97 мг/г при термоударе для отходов из хвостохранилища. Длительное выдерживание отходов в условиях хвостохранилища приводит к релаксации напряжений, сформированных в структуре отходов текущего производства в результате механоактивации при мокром помоле железной руды, что сказывается на незначительном снижении сорбционной способности исходных отходов по отношению к ионам Са⁺².

Активационные процессы, происходящие при термоударе, а также воздействие оксидов железа в качестве минерализатора при высоких температурах, согласно литературным данным [5], приводят к образованию повышенной дефектности структуры кварцевой составляющей ХОЖК и увеличению внутренних напряжений, создаваемых ими. Образуются активированная поликристаллическая структура кремнезема, входящего в состав ХОЖК, что и объясняет увеличение сорбционной активности получаемых пигментов-наполнителей при термоударе. Кроме того, в составе исходных отходов текущего производства содержится большее количество кварца, реакционная способность которого после термообработки значительно выше, чем красящих

соединений (оксидов железа), что увеличивает активность пигментов на их основе (125 мг/г) по сравнению с пигментами из отходов хвостохранилища (97 мг/г).

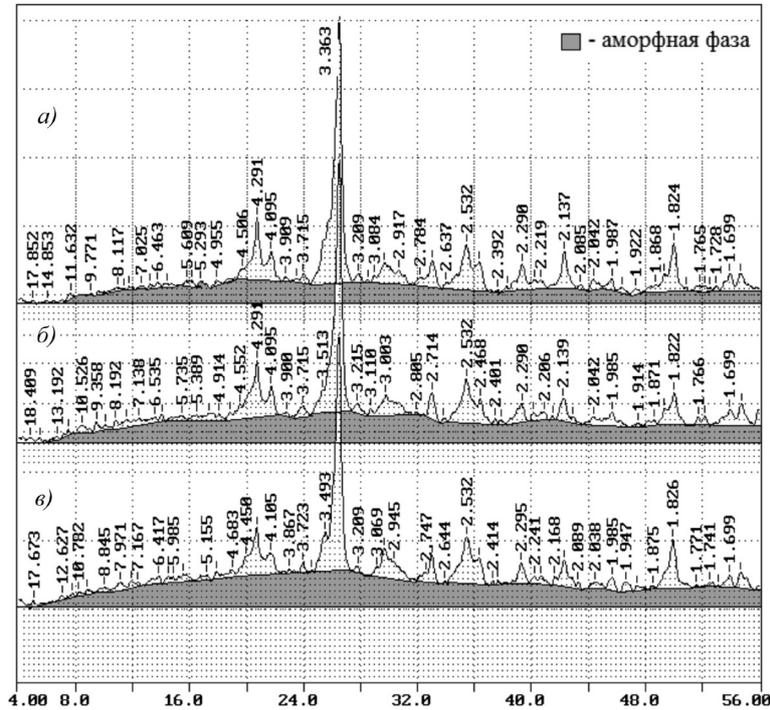


Рис. 4. Результаты рентгенофазового анализа пигментов-наполнителей с содержанием кальцинированной соды, % от массы отходов: а – 1; б – 2; в – 5. Условия обработки: температура 1000 °С, режим – термоудар, длительность – 30 мин

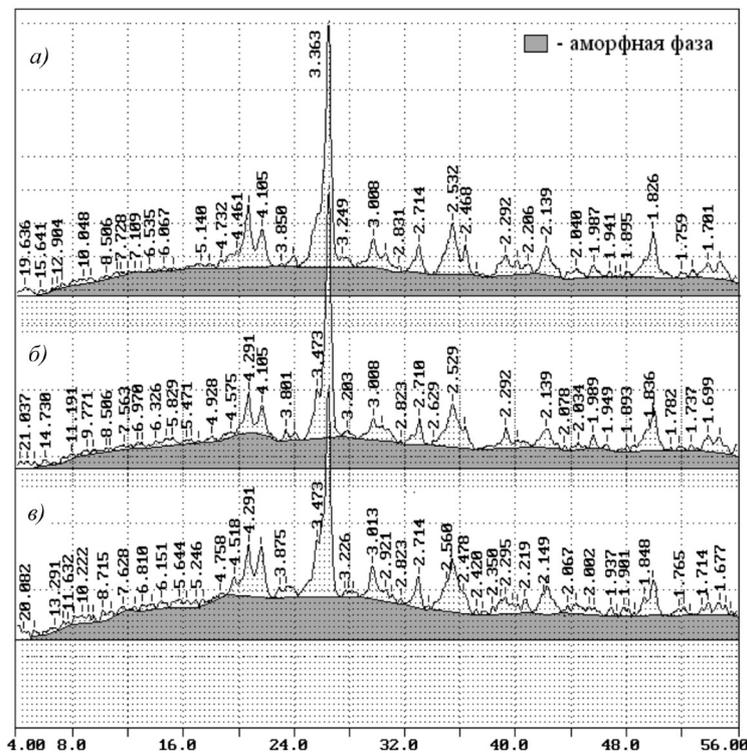
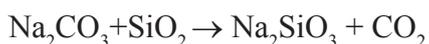


Рис. 5. Результаты рентгенофазового анализа пигментов-наполнителей с различным содержанием кальцинированной соды, % от массы отходов: а – 1; б – 2; в – 5. Условия обработки: температура – 1000 °С, режим – мягкий нагрев, длительность – 30 мин

Но в обоих случаях полученные характеристики составляют более 55 мг/г, следовательно, пигменты-наполнители из ХОЖК как текущего производства, так и из хвостохранилища, полученные по обоим режимам, характеризуются как высокоактивные.

С целью химической модификации поверхности пигментов-наполнителей в состав ХОЖК перед термообработкой вводили кальцинированную соду в количестве от 1 до 5% от массы отходов. Согласно литературным данным [1], введение небольших количеств соды приводит к образованию силиката натрия, который дополнительно закрепляет пигментированный слой, остекловывая поверхность. Результаты РФА пигментов с добавлением соды, обработанных при различных температурных режимах, представленные на рис. 4 и 5, показали, что повышение содержания соды с 1 до 5% как при мягком нагреве, так и при термоударе приводит к увеличению количества аморфной фазы, которая представлена стеклообразованиями. Т.е. при обжиге происходит взаимодействие кварцевой составляющей отходов ХОЖК с содой по схеме:



Изучение внешнего вида полученных пигментов-наполнителей показало, что увеличение содержания соды приводит к более глубокой и более темной (бурой) окраске пигмента. Наиболее интенсивный красно-коричневый цвет получен при содержании 1% соды.

Выводы

По результатам оценки влияния различных режимов термообработки ХОЖК ЛГОКа на основные свойства получаемых пигментов-наполнителей можно сделать следующие выводы:

– наиболее интенсивная окраска пигментов-наполнителей получена в результате обработки ХОЖК при температуре 1000 °С;

– красящая способность пигментов-наполнителей, полученных их ХОЖК текущего производства и из шламоохранилища, составляет 1 и более, следовательно, они пригодны для объемного окрашивания силикатных материалов;

– пигменты-наполнители из ХОЖК как текущего производства, так и из хвостохранилища, полученные по режимам «мягкий на-

грев» и «термоудар», по отношению к ионам Ca^{+2} характеризуются как высокоактивные;

– введение кальцинированной соды в состав шихты способствует интенсификации окраски получаемых пигментов за счет остекловывания поверхности; оптимальное содержание соды – 1%.

Работа выполнена в рамках гранта РФФИ (проект № 14-41-08054 p_ofi_m).

Список литературы

1. Ходаков Г.С. Тонкое измельчение строительных материалов. – М.: Изд-во лит-ры по строительству. – 1972. – 340 с.
2. Тарасова Г.И. Рациональный способ получения пигментов-наполнителей из металлсодержащих промышленных отходов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2012. – № 2. – С. 128–132.
3. Книгина Г.И., Факторович Л.С. Окрашивание известково-песчаных масс и активность минеральных пигментов. – Сб. докладов на XXVI конференции НИСи. Новосибирск, 1969.
4. Хавкин Л.М. Технология силикатного кирпича. – М.: Стройиздат, 1982. – 384 с.
5. Евтушенко Е.И. Активационные процессы в технологии строительных материалов. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2003. – 209 с.

References

1. Hodakov G.S. Tonkoe izmel'chenie stroitel'nyh materialov. M.: Izd-vo lit-ry po stroitel'stvu. 1972. 340 p.
2. Tarasova G.I. Racional'nyj sposob polucheniya pigmentov-napolnitelej iz metallsoederzhashhih promyshlennyh otdobov // Vestnik BGTU im. V.G. Shuhova. 2012. no 2. pp. 128–132.
3. Knigina G.I., Faktorovich L.S. Okrashivanie izvestkovo-peschanyh mass i aktivnost' mineral'nyh pigmentov. – Sb. dokladov na XXVI konferencii NISI. Novosibirsk, 1969.
4. Havkin L.M. Tehnologija silikatnogo kirpicha. M.: Strojjizdat, 1982. 384 p.
5. Evtushenko E.I. Aktivacionnye processy v tehnologii stroitel'nyh materialov. – Belgorod: Izd-vo BGTU, 2003. 209 p.

Рецензенты:

Павленко В.И., д.т.н., профессор, академик РАЕ, директор института строительного материаловедения и техносферной безопасности ФГБОУ ВПО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.Шухова» (БГТУ им. В.Г. Шухова), г. Белгород;

Севостьянов В.С., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Технологические комплексы, машины и механизмы» ФГБОУ ВПО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» (БГТУ им. В.Г. Шухова), г. Белгород.

Работа поступила в редакцию 05.12.2014.

УДК 004.9:574

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА ДИСТАНЦИОННОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ СТАЦИОНАРНЫХ ИСТОЧНИКОВ ВЫБРОСОВ

Степанченко И.В.

Камышинский технологический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета, Камышин, e-mail: stilvi@mail.ru

В статье обосновывается необходимость проведения исследований метода дистанционной идентификации параметров стационарных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Приводится краткое изложение метода дистанционной идентификации, который основывается на минимизации рассогласования между значениями измеренной и вычисленной концентрации загрязняющего вещества. В основе метода поиска решения лежит градиентный алгоритм наискорейшего спуска с варьируемым шагом. Для проведения исследования предложено две группы экспериментов. Первая группа включала эксперименты по исследованию влияния количества точек контроля концентраций загрязняющих веществ на возможность и точность идентификации объемов и масс выбросов из стационарных источников. Вторая группа экспериментов посвящена исследованию влияния погрешности измерений в виде фоновой концентрации или неучтенного источника выбросов на результат работы алгоритма идентификации. Для каждой группы экспериментов приведены графики. По результатам экспериментов сделаны выводы о линейном характере смещенности получаемых оценок.

Ключевые слова: атмосферный воздух, загрязняющее вещество, источник выброса, масса выброса, метод идентификации, объем расхода газовой смеси, экологический мониторинг

RESEARCH OF THE DISTANCE-TYPE IDENTIFICATION METHOD FOR ESTIMATION EMISSION PARAMETERS OF STATIONARY SOURCES

Stepanchenko I.V.

Kamyshin Technological Institute (branch of) Volgograd State Technical University, Kamyshin, e-mail: stilvi@mail.ru

As stationary sources are a major sources for urban air pollution there is a need to research of the distance-type identification methods of the emission parameters of stationary sources. There is a summary distance-type identification method witch based on the minimization of the difference values between the measured values and values of calculated concentration of the pollutant. The method of finding a solution is the method of steepest descent with variable step. Gradient descent has known problems with pathological functions. It does not matter, because the step value can select in advance. There is suggested two groups of experiments to conduct the research. The first group includes experiments on the influence of the measurement points number of pollutants concentrations to the possibility and precision of the volume and mass of emissions identification from stationary sources. The second group includes experiments on the influence of measurement error such is background concentrations or unaccounted source of emissions on the result of the identification algorithm. For each group of experiments are shown graphs. According to the results of experiments made conclusions about the linear relation of the displacement on the resulting estimates.

Keywords: atmospheric air, emission source, environmental monitoring, gas flow consumption, identification method, mass emission, pollutant

Определение режимных параметров стационарного источника выбросов в атмосферный воздух является одной из важных задач экологического мониторинга. Решение данной задачи позволяет определить вклад каждого источника выбросов в общую картину загрязнения. Существующие теоретические методы и практические подходы [2, 7, 8] имеют существенные недостатки и проблемы, такие как сложность адаптации методов к конкретным условиям, определение параметров только одного источника, необходимость согласования с нормативными документами (при наказании нарушителей), ограниченные условия применения метода (например, только при снежном покрове) и т.п.

Представляет интерес определение ограничений применения метода дистанци-

онной идентификации объемов выбросов из стационарных источников, предложенного в работах [5, 6]. Для этого необходимо провести численное моделирование различных ситуаций: наличие неучтенного источника, неточность проведения измерений (как по величине, так и по местоположению), чувствительного метода к неточным входным данным и др.

Приведем краткое изложение метода идентификации, описанного в [5, 6]. Входной информацией являются прямые измерения приземных концентраций загрязняющих веществ на территории города вне санитарно-защитных зон предприятий и оперативная информация о температуре воздуха, скорости и направлении ветра. Основными выходными данными являются характеристики выбросов единичного

источника в атмосферу, значения которых могут изменяться в реальном масштабе времени (согласно [3, 5, 6]): $M_i[t]$ – масса выбросов загрязняющего вещества в единицу времени от i -го источника, г/с и $V_i[t]$ – расход газовой смеси из i -го источника, м³/с, где i – индекс источника выброса загрязняющего вещества; $I[t]$ – множество источников, оказывающих влияние на значения концентраций $C_j^{(g)}[t]$ в некоторой точке; t – момент текущего времени; $g \in \{1, \dots, G\}$ – индекс загрязняющего вещества, G – общее число веществ, по которым осуществляется мониторинг (далее изложение ведется применительно к одному из веществ, поэтому индекс вещества g не будет указываться).

Остальные параметры стационарных источников выбросов в атмосферу (в част-

ности, высота трубы над поверхностью земли H_i , м; диаметр устья трубы D_i , м; координаты размещения i -го источника (x_i, y_i) , м) задаются для всех $i \in I[t]$ и рассматриваются в задаче идентификации как константы.

Суммарные значения приземных концентраций при рассеивании одноименных загрязняющих веществ группой источников вычисляются сложением концентраций, рассчитанных для каждого i -го источника отдельно.

Метод идентификации был разработан в работах [5, 6] и основан на поиске минимума среднеквадратического критерия расхождения между вычисленными и измеренными концентрациями загрязняющих веществ

$$J(\mathbf{M}, \mathbf{V}) = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (C_f(j) - C_m(x_j, y_j, \mathbf{M}, \mathbf{V}))^2,$$

где $C_f(j)$ – измеренная концентрация загрязняющего вещества в точке j , с координатами x_j, y_j ; $C_m(x_j, y_j, \mathbf{M}, \mathbf{V})$ – вычисленные значения по модели ОНД-86 [1], \mathbf{M}, \mathbf{V} – вектора масс и объемов выбросов, элементами

которых являются массы и объемы выбросов отдельных источников; N – количество точек измерения.

Поиск минимума основан на простейшем градиентном методе наискорейшего спуска [1]

$$\left| \frac{\mathbf{M}^{<v+1>}}{\mathbf{V}^{<v+1>}} \right| = \left| \frac{\mathbf{M}^{<v>}}{\mathbf{V}^{<v>}} \right| + \lambda(v) \nabla J(\mathbf{M}^{<v>}, \mathbf{V}^{<v>}), \quad v = 0, 1, \dots, \quad (1)$$

где $\nabla J(\mathbf{M}^{<i>}, \mathbf{V}^{<i>})$ является нормированным градиентом критерия по искомым переменным, рассчитанным для точек (x_j, y_j) , $j = 1, \dots, N$; $\lambda(v)$ – шаг алгоритма, v – итерация алгоритма.

Для проведения исследования были разработаны сценарии вычислительных экспериментов. В первой группе экспериментов варьировалось количество точек контроля концентраций загрязняющих веществ. Ис-

следовалась возможность определения методом идентификации искомые параметры при количестве точек измерений меньше количества источников.

Во второй группе экспериментов моделировался неизвестный неучтенный источник небольшой мощности. Исследовалась чувствительность алгоритма к наличию такого источника в зависимости от его мощности.

Параметры источников выбросов

Номер источника выброса	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
Высота трубы, м	100,0	55,0	65,0	50,0	55,0
Диаметр трубы, м	3,0	3,0	3,0	3,5	3,0
Температура газовой смеси, °С	120,0	100,0	130,0	100,0	95,0
Место расположения					
Координата x , м	601	701	1801	2201	1299
Координата y , м	699	1401	1699	1101	1001
Контрольные значения параметров выбросов, к которым должна быть обеспечена сходимость алгоритма (1)					
Расход газовой смеси V , м ³ /с	165	135	140	165	135
Масса выброса M , г/с	180	115	135	170	120

Эксперименты проводились для оценки параметров выбросов диоксида серы из труб пяти различных предприятий г. Камышина Волгоградской обл. для следующих значений метеорологических условий и экологических параметров (такие же, как предложенные в [4–6]): экологические константы: $A = 200$, $F = 1$, $\eta = 1$; зимнее время, $\Delta T = 135^\circ\text{C}$; угол между направлением ветра и абсциссой равен $0,25\pi$;

абсцисса направлена на север; угол отсчитывается против часовой стрелки; шаги сетки на зоне рассеивания – 100 м по осям абсцисс и ординат; опасная скорость ветра $u_m = 4,46$ м/с.

Параметры источников выбросов приведены в таблице.

Пример результата вычислительных экспериментов первой группы представлен на рис. 1.

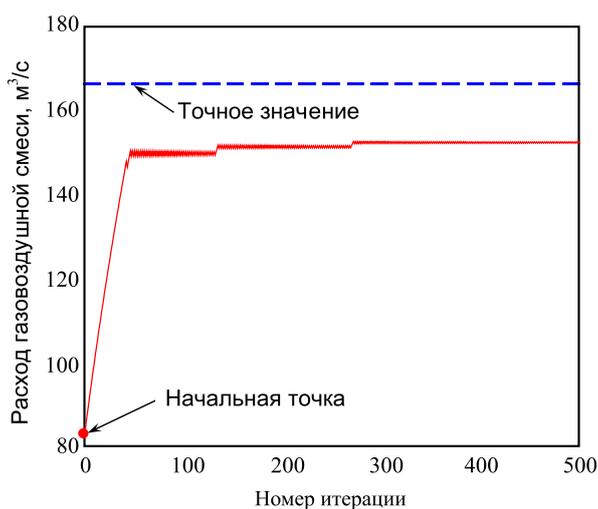


Рис. 1. Смещенность в оценке объемов выбросов источников № 1 (точное значение $165 \text{ м}^3/\text{с}$)

По результатам экспериментов этой группы можно сделать вывод, что, с одной стороны, отсутствие одной точки измерения (четыре точки на пять источников) приводит к смещенности в оценке параметров источников (рис. 1). А с другой стороны, отсутствие измерения одного источника может не привести к смещенности оценок

объемов выбросов ни одного источника. Это объясняется тем, что подфакельные оси некоторых источников совпадают между собой и с направлением ветра или точки измерения находятся достаточно близко (расстояние до 200 м).

Пример результатов экспериментов второй группы приведен на рис. 2.

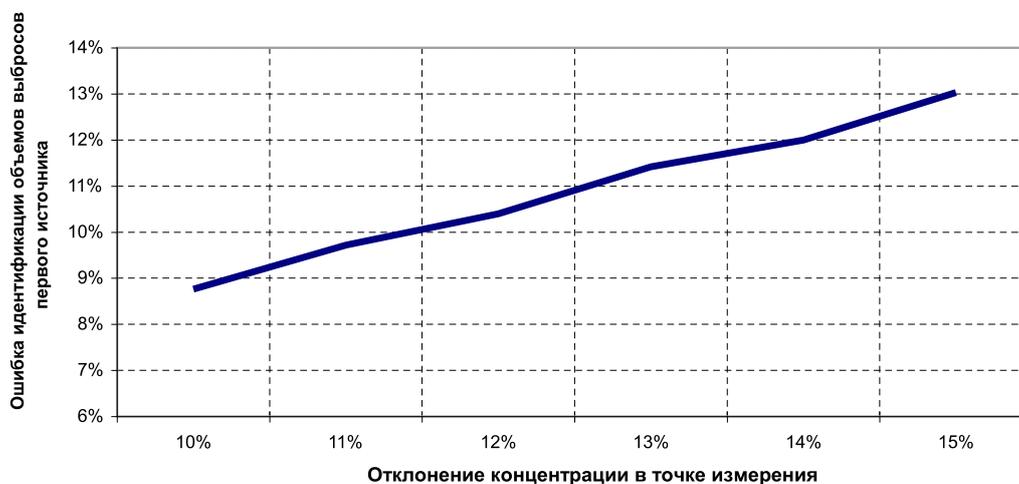


Рис. 2. Ошибка идентификации объема выбросов источника № 1 в зависимости от отклонения концентраций в точке измерения

Представляет определенный интерес поведение алгоритма при больших величинах отклонений концентрации в точке измерения. Так, было установлено, что при превышении концентрации в 3 раза ошибка алгоритма идентификации по определению объемов выбросов первого источника составит порядка 73 %.

Результаты экспериментов этой группы были получены и на других источниках выбросов.

Таким образом, из проведенных экспериментов можно сделать следующие выводы:

1. При определенных условиях расположения точек контроля, источников выбросов и направления ветра можно уменьшить количество исходных данных для алгоритма идентификации.

2. При наличии неучтенного источника выбросов ошибка идентифицируемых параметров линейно зависит от мощности источника и появляется смещенность в оценке параметров стационарных источников.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант 14-07-97011.

Список литературы

1. Аоки М. Введение в методы оптимизации. Основы и приложения нелинейного программирования. – М.: Наука, 1977. – 343 с.
2. Зароднюк М.С. [и др.] Восстановление полей загрязнения методами рецепторного моделирования на примере пос. Хомутово // Оптика атмосферы и океана. – 2006. – Т. 19, № 6. – С. 557–561.
3. Крушель Е.Г., Степанченко И.В., Степанченко О.В. О выборе состава параметров стационарных источников выброса загрязняющих веществ в атмосферу для приближенной модели диагностики нарушений нормативов ПДВ // Проблемы региональной экологии. – 2012. – № 3. – С. 21–24.
4. Крушель Е.Г., Степанченко И.В., Степанченко О.В. Алгоритм оценки пространственного распределения приземных концентраций вредных веществ по результатам точечных измерений // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2011. – Т. 3, № 10. – С. 9–13.
5. Крушель Е.Г., Степанченко И.В. Об алгоритме идентификации параметров выбросов вредных веществ в атмосферу // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2013. – № 10 (112). – С. 37–42.
6. Крушель Е.Г., Степанченко И.В., Панфилов А.Э. Экологический мониторинг атмосферного воздуха небольших городов. Модели и алгоритмы. – М.: Наука, 2012. – 118 с.
7. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий / Утверждена председателем государственного комитета СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды № 192 от 04.08.1986 г. – Л.: Гидрометеоздат, 1987. – 68 с.
8. Рапута В. Ф., Панарин А. В. Задача определения положения и мощности источника // Известия СО АН СССР. Серия «Технические науки». – 1986. – Вып. 2. – № 10. – С. 92–96.

References

1. Aoki M. Vvedenie v metody optimizacii. Osnovy i prilozhenija nelinejnogo programmirovaniya. M.: Nauka, 1977. p. 343. [Aoki, M. Introduction to Optimization Techniques. Fundamentals and Applications of Nonlinear Programming. New York, NY: Macmillan, 1971. Print.]
2. Zarnodnjuk M.S. [i dr.] Vosstanovlenie polej zagrijaznenija metodami receptornogo mode-lirovaniya na primere pos. Homutovo. *Optika atmosfery i okeana*. 2006. T. 19, no 6. pp. 557–561.
3. Krushel E.G., Stepanchenko I.V., Stepanchenko O.V. O vybore sostava parametrov stacionarnykh istochnikov vybroso zagrijaznjajushhih veshhestv v atmosferu dlja priblizhennoj modeli diagnostiki narushenij normativov PDV. *Problemy regional'noj jekologii*. 2012. no 3. pp. 21–24.
4. Krushel E.G., Stepanchenko I.V., Stepanchenko O.V. Algoritm ocenki prostranstvennogo raspredelenija prizemnykh koncentracij vrednykh veshhestv po rezul'tatam tochechnykh izmerenij. *Izvestija Volgogradskogo gosudarstvennogo tehniceskogo universiteta*. 2011. T. 3. no 10. pp. 9–13.
5. Krushel E.G., Stepanchenko I.V. Ob algoritme identifikacii parametrov vybrosov vrednykh veshhestv v atmosferu. *Vestnik komp'juternykh i informacionnykh tehnologij*. 2013. no 10 (112). pp. 37–42.
6. Krushel E.G., Stepanchenko I.V., Panfilov A.E. Jekologicheskij monitoring atmosfernogo vozduha nebol'shih gorodov. *Modeli i algoritmy*. M.: Nauka, 2012. 118 p.
7. Metodika rascheta koncentracij v atmosfernom vozduhe vrednykh veshhestv, sodержashhihsja v vybrosah predpriyatij. Uverzhdena predsedatelem gosudarstvennogo komiteta SSSR po gidrometeorologii i kontrolju prirodnoj sredy N 192 ot 04.08.1986 g. L.: Gidrometeoizdat, 1987. 68 p.
8. Raputa V.F., Panarin A.V. Zadacha opredelenija polozhenija i moshhnosti istochnika. *Izvestija SO AN SSSR. Serija «Tehniczeskie nauki»*. 1986. Vyp. 2. no 10. pp. 92–96.

Рецензенты:

Фоменков С.А., д.т.н., профессор, профессор кафедры «Системы автоматизированного проектирования и поискового конструирования» Волгоградского государственного технического университета, г. Волгоград;

Томашевский Ю.Б., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Системотехника» Института электронной техники и машиностроения Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А., г. Саратов.

Работа поступила в редакцию 05.12.2014.

УДК 621.642.39.03

ЭВОЛЮЦИЯ ВЗГЛЯДОВ НА ВОПРОСЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ДОПУСТИМЫХ ОСАДКОВ РЕЗЕРВУАРОВ

Тарасенко А.А., Чепур П.В.

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

В статье проанализированы отечественные и зарубежные источники по вопросу определения допустимых параметров осадки вертикальных стальных резервуаров. Выполнен обзор работ, рассматривающих критерии оценки равномерных осадок, крена и неравномерной деформации. Проанализирована зарубежная нормативная база, в частности, американские стандарты API 650 и API 653, европейские BS 2654, EN 14015, регламентирующие допустимые значения осадки резервуаров. Выполнено сравнение подходов российских нормативных документов к оценке допустимых величин осадок с зарубежными источниками. Установлено, что в отечественных нормативах учитывается только осадка наружного контура днища, при этом рассматривается ограниченное число параметров осадки. Однако в стандарте API 653 предложены численные зависимости к определению допустимых величин неравномерной осадки центральной части днища, окрестной зоны и наружного контура конкретно для индивидуального случая деформирования резервуара, где учитываются особенности контура деформации, история развития осадки, подкрепленная архивными данными нивелировки и результатами диагностики. Предложено рассмотреть возможность гармонизации отечественной нормативной документации по вопросу оценки допустимых осадок оснований РВС.

Ключевые слова: резервуар, РВС, НДС, осадка, основание, МКЭ, прочность

EVOLUTION OF VIEWS ON MATTERS OF A CERTAIN MAGNITUDE ALLOWED DIFFERENTIAL SETTLEMENT OF TANKS

Tarasenko A.A., Chepur P.V.

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

The paper analyzes the domestic and foreign sources on defining acceptable parameters rainfall vertical steel tanks. A review of works dealing with the evaluation criteria of uniform sediment, bank and non-uniform warping. Analyzed foreign regulatory framework, in particular, American Standard API 650 and API 653, European BS 2654, EN 14015 governing admissible draft vessels. A comparison of approaches to the Russian regulatory documents assessing allowable values precipitate from foreign sources. Found that in domestic regulations cover only the outer contour of the bottom sediment, with a limited number of parameters considered rainfall. In the API 653 according to the definition of allowable values differential settlement of the central part of the bottom, weld zone and the outer contour specifically for the individual case of deformation of the tank, which takes into account features of the contour warping, the history of precipitation, supported by archival data leveling and diagnostics. Suggested the possibility of harmonization of documentation on assessing sediment bases tanks.

Keywords: tank, aboveground tank, stress-strain state, settlement, base, FEM, strength

Мировая практика эксплуатации крупногабаритных цилиндрических вертикальных стальных резервуаров показывает, что существует проблема оценки технического состояния сооружений при развитии осадок их оснований и фундаментов. Осадка может быть вызвана действием различных факторов: изменением прочностных свойств основания, а также гидрогеологических условий площадки, имеющими место предельными или непроектными режимами эксплуатации, ошибками на этапах проектирования и строительства. Международный опыт ученых и инженеров, статистические данные и сведения диагностики показали, что с подобными проблемами приходится сталкиваться повсеместно, на различных площадках с резервуарами типа РВС, независимо от свойств грунтов. Расширение международного сотрудничества, привлечение зарубежных подрядчиков для сооружения резервуаров на территории РФ предопределило необходимость гармонизации

отечественной нормативной базы в области резервуаростроения.

Основной проблемой, возникающей при исследовании и обобщении подходов влияния осадок на конструкцию резервуаров, является существенное различие отечественной и зарубежной нормативной документации. Так, резервуары, построенные по стандартам ГОСТ, СА, РД (РФ), API (США), EN (Евросоюз) BS (Великобритания), имеют различные конструкции оснований и фундаментов, геометрические, жесткостные и прочие характеристики.

Авторы статьи постарались ретроспективно обобщить критерии оценки напряженно-деформированного состояния вертикальных стальных резервуаров и требования к техническому состоянию оснований при их осадках. Для этого использованы научные исследования, данные натурных измерений российских и зарубежных ученых, широкая номенклатура нормативной документации различных стран.

Большое число исследователей ошибочно считают, что неравномерная осадка не представляет угрозы для крупногабаритных резервуаров, конструкции которых работают как жесткий штамп. Однако согласно работам [1–2, 22, 46], неравномерная осадка может привести как к значительным повреждениям, так и разрушению РВС. Существуют расхождения во мнениях среди инженеров, строителей и эксплуатирующих организаций насчет назначения предельных значений величины осадки. Вопросами осадок вертикальных стальных резервуаров занимались отечественные и зарубежные ученые: В.Б. Галеев, И.В. Слепнев, Ю.В. Соболев, В.В. Любушкин, А.А. Тарасенко, П.А. Коновалов, В. Кршупка, К. Кавано, С. Ямамото, Р. Бэлл, Е. Карлсон, Д. Кларк, Е. Де Бир, П. Грин, Д. Гринвуд, Ф. Губер, К. Гербер, Т. Ламбэ, Д. Лангвелд, З. Малик, А. Пэнман, Д. Ринн, Р. Саллеван и другие.

На нефтеперерабатывающем заводе TONEN в Кавасаки, Япония, [43], осадки резервуаров диаметром 64 метра достигли величины до 1,8 м. Инженеры компании TONEN при измерении крена получили значение $1/152$, а также выявили участки с наличием неравномерных составляющих осадки с максимальными значениями до 0,5 м. Очевидно, что значения измеренных деформаций резервуаров TONEN превысили допустимые величины, однако натурное обследование не принесло никаких результатов об очевидных структурных нарушениях каких-либо конструкций данных резервуаров.

Неравномерная осадка согласно [46] возникает вследствие одной или нескольких причин: неоднородной структуры и различной сжимаемости участков грунтового основания; неравномерной нагрузки, приложенной к основанию; полей напряжений, действующих касательно к определенной зоне грунтового слоя. Такие факторы могут присутствовать в различных сочетаниях у каждого резервуара, подверженного неравномерным осадкам. Важной задачей является оценка их степени влияния при расчетах в период проектирования, строительства, ремонта или реконструкции. Для уменьшения негативного влияния неравномерных осадок на техническое состояние сооружения, принимаются следующие меры: недопущение роста нагрузки на основание, которая при превышении допустимого предела, может привести к потере несущей способности; обеспечение условий, при которых деформации, возникающие от главных и сдвиговых напряжений в основании, будут находиться в пределах до-

пустимых значений. Предлагаются различные критерии оценки осадки РВС. Данные критерии во многих случаях сфокусированы на определенных элементах резервуара и однофакторной оценке частных случаев. Некоторые исследователи обобщили данные критерии очень приближенно, что привело к ошибочным результатам. Для всех критериев оценки, описанных ниже, были рассмотрены механизмы деформирования металлоконструкций, при этом рассмотрены основные элементы резервуара. Также проанализирована международная нормативная база по рассматриваемому вопросу.

Приведем классификацию осадок, предложенную отечественными исследователями В.Б. Галеевым и А.А. Тарасенко [1, 2], она не противоречит большинству существующих классификаций, опубликованных в работах зарубежных авторов:

- 1) равномерная осадка: по площади, по периметру;
- 2) неравномерная осадка: крен, неравномерная по площади, неравномерная по контуру, «ступенька», осадка в виде развала основания по диаметру РВС, диаметральной;
- 3) локальные просадки днища.

Равномерная осадка по площади основания резервуара характеризуется одинаковым смещением всех точек площади днища и стенки в вертикальной плоскости на некоторую величину u . Обычно такой вид осадки возникает при гидроиспытаниях резервуара после строительства или при изменении гидрогеологических условий района строительства во время эксплуатации. Это характерно для крупногабаритных резервуаров, возведенных на грунтовом основании с железобетонным фундаментным кольцом. Исправить равномерную по площади осадку достаточно сложно т.к. деформируется большой массив грунта, превышающий диаметр резервуара. Неосесимметричных составляющих нагрузки при этом практически не возникает. Равномерная по периметру осадка характерна для всех типов крупногабаритных РВС, имеющих слабое основание, сложенное водонасыщенными грунтами. Обычно такой вид осадки проявляется при гидроиспытаниях и в первый период начала эксплуатации резервуара, что обусловлено процессами уплотнения и консолидации грунтового массива.

Крен представляет собой осадку, при которой весь резервуар по площади и наружному контуру получает уклон в одном направлении. Величина крена характеризуется либо углом поворота плоскости днища резервуара относительно горизонта, либо разностью высотных отметок диаметрально противоположных точек окрайки днища.

Неравномерная по площади осадка встречается у РВС, построенных на некачественных свайных основаниях или в районах с присутствием мерзлых грунтов. Осадка в виде развала, также, как и диаметральной осадка основания, встречаются довольно редко и, как правило, обусловлены низким качеством строительства или ошибками проектно-изыскательских работ. Развал происходит в двух направлениях: в периферии с зоной развала по диаметру либо по линии, близкой к нему [2]. При этом возникают недопустимые напряжения в стенке и соединительных узлах уторного шва и верхнего узла сопряжения кровли, стенки и опорного кольца по линии развала.

Впервые в отечественном резервуаростроении упоминается дефект узла сопряжения стенки и окрайки типа «ступенька» в работе А.А. Тарасенко [2]. «Ступенька» представляет собой резкий перепад отметок наружного контура днища на коротком участке, образующийся вследствие локальной просадки отдельного участка наружного контура днища. Причиной этому обычно служит брак строительно-монтажных работ.

Неравномерная осадка по контуру является наиболее часто встречающейся. При такой осадке основания зона под стенкой РВС по периметру имеет значительно большую величину осадки по сравнению с основной площадью основания. Рассмотрим случай равномерной осадки, являющийся наименее опасным для целостности конструкции РВС.

Равномерная осадка

Равномерная осадка оснований резервуаров, вызываемая деформацией грунтов, является частым явлением

в практике резервуаростроения. Уже на этапе гидроиспытаний в результате сжатия грунта под нагрузкой столба жидкости и массой конструкции резервуара, резервуар приобретает начальную равномерную осадку. Так, из опыта работ [2], приводится случай произошедшей равномерной осадки РВСПК-50000 на 270 мм после проведения гидроиспытаний. Такой вид осадки может привести к повреждению соединений стенки с технологическими трубопроводами в связи с различными значениями осадки стенки и опор трубопроводов. Так, возможно возникновение избыточных напряжений в зонах присоединения узлов дополнительной жесткости к стенке РВС. Многолетний опыт эксплуатации РВС показал, что данная проблема решается путем использования компенсирующих подвижных соединений в узлах соединения, также возможен периодический подъем опор трубопроводов. А также на практике подводящие трубопроводы присоединяются к резервуару только по окончании гидроиспытаний.

Вопросы влияния элементов дополнительной жесткости (приемо-раздаточного узла, трубопроводов газоуравнительной системы и аварийного сброса, аварийного пожаротушения и орошения) на напряженно-деформированное состояние конструкции рассмотрены в трудах [11, 21, 24–25]. В данных работах получены зависимости параметров НДС металлоконструкций от величины равномерной осадки РВС-20000. В отраслевых нормативных документах различных стран допустимая величина равномерной осадки варьируется от 200 до 1500 мм и более (табл. 1).

Таблица 1

Допустимые значения равномерной осадки в нормативных документах

Нормативный документ	Максимальная величина осадки, мм
ГОСТ 52910	200
РБ Серия 03 Выпуск 69	
РД-23.020.00-КТН-283-09	
СА-03-000-08	
API 653 (США)	не регламентируется*
	50**
BS 2654 (Великобритания)	1000–1500***
Eurocode EN 14015	не регламентируется*

Примечания: * – максимальная величина осадка назначается организацией-заказчиком в тех. задании;

** – за один этап гидроиспытания;

*** – при дополнительном техническом обосновании проектной организацией.

Главным отличием отечественных требований от западных при ограничении равномерной осадки является то, что в стан-

дарте API проектирование резервуаров осуществляется «до первого фланца», т.е. не учитываются элементы дополнительной

жесткости при оценке осадки. В российской документации имеет место комплексный подход к проектированию – принимается во внимание всё технологическое оборудование и обвязка РВС. Исходя из этого назначаются предельные допуски по величине равномерной осадки.

Крен

Крен представляет собой осадку, при которой весь резервуар по площади и наружному контуру получает уклон в одном направлении. Величина крена характеризуется либо углом поворота плоскости днища резервуара относительно горизонта, либо разностью высотных отметок диаметрально противоположных точек окрайки днища. В трудах [1, 2] крен раскладывался в ряды Фурье с коэффициентом гармоник, равным 1. Крен оболочечной конструкции стенки может стать причиной нарушения эксплуатационной пригодности сооружения. Вследствие крена стенки уменьшается действительный уровень налива продукта, изменяется форма оболочки, а также увеличиваются напряжения в стенке. Влияние крена на НДС резервуаров рассматривается в работах [38–39, 45]. С использованием аналитических методов в [46] авторами получена зависимость, позволяющая определить максимально допустимое значение крена без превышения допустимых напряжений в стенке:

$$\delta_{\max} \leq \frac{-4\sigma_b(t_{\max} - t_k)}{[n]\gamma_w G_s D} - 2(H - \Delta h_d), \quad (1)$$

где δ_{\max} – максимальная разница высотных отметок любых двух диаметрально противоположных точек, м;

H – высота резервуара, м;

Δh_d – расстояние от уровня взлива до верхнего края стенки, м;

σ_b – предел прочности стали стенки, МПа;

t_{\max} – толщина стенки, мм;

t_k – припуск на коррозию для толщины стенки, мм;

$[n]$ – коэффициент запаса прочности стенки;

γ_w – плотность жидкости, кг/м³;

G_s – гравитационная постоянная, м/с²;

D – диаметр резервуара, м.

Лангвелд в [44] рекомендует ограничивать максимальное значение осадки между двумя диаметрально противоположными точками в пределах 50 см, а также допускать отклонение стенки от вертикали в любой точке на величину не более 30 см. Как утверждается в работе, данные пределы ограничивают добавочные кольцевые напряжения до значений чуть менее 2%

от максимальных кольцевых напряжений, вызванных гидростатическим давлением столба жидкости, а также препятствуют радиальным деформациям стенки более чем на 2,5 см.

Согласно [46] разрушение резервуара от осадки типа «крен» практически невозможно. С практической точки зрения, максимальная величина параметра крена – δ_{\max} , не должна превышать $2\Delta h_d$, чтобы не допускать заклинивания плавающей крыши и понтона и появления чрезмерных напряжений у резервуаров со стационарной крышей. Значение допустимой величины крена РВС рекомендуется рассчитать по формуле (2):

$$\delta_{\max} \leq 2\sqrt{\Delta R_{\text{т01}} \cdot D}, \quad (2)$$

где $\Delta R_{\text{т01}}$ – допустимое расстояние между плавающей крышей и стенкой, м;

δ_{\max} – максимальная разница высотных отметок любых двух диаметрально противоположных точек, м.

Авторами проанализирована нормативно-техническая документация РФ и США, в которой определены допустимые параметры крена. В нормативной базе США и РФ имеются принципиальные различия в части назначения допустимой величины. Российские регламентирующие документы [29–31] жестко ограничивают величину крена: 1/250 – для РВС и 1/500 для РВСП (ПК, ПА). В американском стандарте API 653 дана формула (3), позволяющая рассчитать допустимую величину крена в зависимости от высоты, диаметра и свойств стали резервуара. Предложенная зависимость основана на результатах работы [46].

$$S_{\max,ft} = \frac{(L^2 \cdot Y \cdot 11)}{2 \cdot E \cdot H}, \quad (3)$$

где $S_{\max,ft}$ – максимальная разница высотных отметок любых двух диаметрально противоположных точек, футы (ft);

L – длина дуги между точками измерения (не менее 8 точек измерения, длина дуги не должна превышать 32 фута), футы (ft);

Y – предел текучести стали, фунт-сила на квадратный дюйм (lbf/in²);

E – модуль Юнга стали, фунт-сила на квадратный дюйм (lbf/in²);

H – высота резервуара, футы (ft).

Анализируя подходы к оценке допустимой величины крена в отечественных и зарубежных стандартах, можно сделать вывод об их существенных различиях. Так, в нормативах РФ даны довольно жесткие конкретные допустимые значения крена для РВС и РВСП(К) вне зависимости от их размеров. В стандарте API, в свою очередь, представлена формула, позволяющая

определить допустимую величину крена в зависимости от различных параметров – типоразмера резервуара, марки стали. При расчете допустимого крена РВС-20000 по типовому проекту ТП-704-60-1 с использованием формулы (3) согласно АРІ 653, получим предельно допустимое значение крена 0,0019, что примерно соответствует отношению 1/500, принятому в отечественном стандарте [30]. Это говорит о том, что максимально допустимые значения крена, назначенные в российских стандартах, не противоречат требованиям международных документов.

Неравномерная осадка

Подходы к оценке неравномерной осадки имеют существенные различия в отечественных и зарубежных источниках. В американском стандарте АРІ 653 критерии определения допустимых параметров неравномерной осадки резервуаров основаны на исследованиях [46], где разделяются 3 типа осадки металлоконструкций: стенки РВС, центральной части днища и окраечной области в зоне влияния стенки и уторного шва. В отечественной НТД при оценке неравномерной осадки во внимание принимаются только отметки наружного контура днища резервуара. В нормативной документации Евросоюза – Eurocode EN 14015 вообще не регламентируются разрешенные параметры осадки, проектные организации самостоятельно назначают и рассчитывают прогнозную и максимальную неравномерную осадку на весь срок эксплуатации индивидуально для каждого РВС. Также при необходимости и соответствующем обосновании в зависимости от прогнозируемых показателей осадки, назначается периодичность и объем мониторинга резервуаров.

Авторы попытались обобщить подходы к оценке неравномерной осадки, сравнить требования нормативной базы США и РФ по этому вопросу. Далее предлагается рассмотреть работу [46], которая является основой действующих требований нормативного документа АРІ 653 в части назначения предельных значений неравномерных осадок РВС.

Оценка воздействия неравномерной осадки на стенку резервуара

Неравномерная осадка может привести к избыточным деформациям стенки и возникновению в ней опасных напряжений. Деформация стенки, которая приводит к тому, что она приобретает искривленную цилиндрическую форму, может стать причиной заклинивания плавающей крыши резервуара. А чрезмерные напряжения могут

стать причиной повреждения и разрушения стенки и, как следствие, разлива содержимого РВС.

Ламбе, Лангвелд, Малик и Пэнман в [43–44, 47] предлагают схожие подходы при обосновании допустимых значений неравномерной осадки (для конструкции стенки). Ламбе и Пэнман предложили оценивать общую деформацию оболочки стенки в отношении к диаметру резервуара, тогда как Лангвелд и Малик оценивают локальные деформации по контуру стенки.

Чтобы сравнить критерии в эквивалентных условиях, расчеты и критерии авторов Лангвелда и Малика были адаптированы и пересчитаны в [46]. Было принято допущение о том, что внеплоскостная деформация вызывается общей деформацией стенки, S .

$$S = S_{\max} \cdot \cos\left(\frac{4X}{D}\right), \quad (4)$$

где S_{\max} – максимальная разность отметок любых двух точек в пределах просадочной зоны, мм;

X – окружная координата (по контуру стенки), м.

Данная модель была проверена в натуральных условиях на реальных резервуарах [45], была доказана ее адекватность и состоятельность.

Лангвелд и Малик определяют контур депланации нижней кромки стенки по трем смежным точкам, полученным путем нивелировки. Ламбе и Пэнман рассчитывают функцию депланации, используя 4 точки, после оценивают максимальное значение SAG (максимальная разница отметок четырех окружных точек резервуара). Ламбе и Пэнман используют функцию просадки в вертикальной плоскости по всей длине просадочной зоны. По причине большого числа точек измерения n , Лангвелдом стал учитываться максимальный радиус кривизны в рамках данной функции. Малик подтвердил, что использование максимального радиуса кривизны приводит к высокой точности расчета [45].

Значительные значения отклонения кривой наружного контура днища от горизонтали могут возникнуть как по причине локальной осадки, так и по причине осадки всего резервуара. Предположение Лангвелда о том, что при помощи синусоиды можно описать локальную деформацию, оказалось неполноценным, т.к. очень часто имеют место локальные деформации. Критерий, предложенный Маликом, согласуется как с локальными, так и с общими деформациями, при этом используется значительное количество точек измерения.

Большинство проектных организаций США при назначении области допустимых значений неравномерной осадки стенки руководствуются величиной вертикальной составляющей депланации, которая влияет на безотказную работу понтона или плавающей крыши. Такой подход применим к старым резервуарам малого диаметра и в настоящее время не является актуальным. Значительное число современных резервуаров имеют большее соотношение диаметра к высоте, таким образом, они могут иметь гораздо большие деформации конструкции, и имеющиеся значения осадки не влияют на их нормальную эксплуатацию. Более того, новые виды уплотнений для герметизации плавающих покрытий обеспечивают более широкий диапазон радиальных отклонений стенки, что позволяет эксплуатировать резервуар с увеличенной осадкой стенки. Несмотря на это, вполне вероятно возникновение недопустимых напряжений в стенке.

Де Бир в [38] дает обоснование тому, что неравномерная осадка является причиной возникновения недопустимых напряжений в стенке. Он установил связь между приращением вертикальных перемещений за счет неравномерной осадки резервуара по периметру ΔS_i и радиусом кривизны в вертикальной плоскости в этой же точке R_{ci} , предложил соотношение:

$$(R_c)_i = \frac{l^2}{2\Delta S_i}, \quad (5)$$

где l – расстояние между точками измерения осадки, м.

Автор выяснил, что при радиусе кривизны $R_c < 1500$ м появляются перенапряжения в конструкциях резервуаров со стационарной крышей диаметром менее 20 м. Де Бир также определил безопасное соотношение для резервуаров с плавающими покрытиями:

$$\Delta S_i/l \leq 1/450. \quad (6)$$

Анализ данного выражения позволяет получить более точное соотношение между величинами неравномерной осадки и напряжениями в стенке резервуара. В [46] сформулировано соотношение между радиусом кривизны, используемым Де Биром, и изгибными напряжениями в стенке:

$$(R_c)_i \approx \frac{HE}{\sigma}, \quad (7)$$

где H – высота резервуара, футы (ft);
 E – модуль Юнга стали, фунт-сила на квадратный дюйм (lbf/in²).

Подставляя выражение (5) в выражение (7) и заменяя действующее напряжение σ на предел прочности σ_b , получается следующее соотношение:

$$\Delta S_i = \frac{Kl^2}{HE} \sigma_b, \quad (8)$$

где K – коэффициент, учитывающий нелинейное поведение материала стенки, вторичные эффекты геометрии резервуара и другие факторы.

Изучая особенности поведения конструкций стенки резервуара, особенно случаи разрушения, ставилась задача получить эмпирические зависимости коэффициента K для обоснования влияния неравномерной осадки наружного контура днища на разрушение стенки. Для резервуара диаметром 20 м и значением $R_c = 1,5$ м Де Бир определяет коэффициент K со значениями в диапазоне от 2 до 3. Предложенное им соотношение (6), сформулированное для обеспечения безопасной эксплуатации крупногабаритных резервуаров с плавающей крышей, соответствует диапазону значений коэффициента K от 1,5 до 3,3 в зависимости от геометрических и конструктивных характеристик конкретного резервуара. Гринвуд же предъявляет жесткое требование к величине неравномерной осадки и назначает максимальное значение коэффициента $K = 3,3$ для предотвращения появления предельных напряжений в стенке. Рассматривая расчетную схему стенки как балки на упругом основании, ставилась задача выяснить при каких значениях K происходит разрушение. Для деформации простой балки в упругой и пластической зонах справедливо выражение:

$$\Delta S_i = \epsilon \frac{l^2}{H} \quad (9)$$

где ϵ – растягивающие напряжения в наиболее удаленной поверхности от нейтрального слоя, Па;

l – расстояние между крайними точками ΔS_i , м;

H – высота стенки, м.

Для балок марки 36 ksi ($1,6 \times 10^5$ Н) по стандарту ASTM, Сэлмон и Джонсон в [49] определили значения относительных деформаций для различных пределов: на пределе текучести осевая деформация составляет 0,00125; на пределе временного упрочнения – 0,014; на пределе прочности при растяжении – 0,11. Согласно (9) параметр ΔS_i при достижении предела прочности для стенки примет значение:

$$\Delta S_i = 0,11 \frac{l^2}{H}. \quad (10)$$

Умножив выражение (10) на отношение $\frac{\sigma_b E}{\sigma_b E}$ и используя значение $\sigma_b = 408$ МПа для стали 36 ksi, имеем:

$$\Delta S_i = 55 \frac{l^2 \sigma_b}{H E} \quad (11)$$

Согласно полученной формуле, разрушение на пределе прочности простой металла стенки должно возникать при значении коэффициента $K = 55$. Соответствующее значение коэффициента K для предела текучести равно 0,6, а для предела временной прочности – 7.

Рассмотрев результаты расчетов для простой балки и значения коэффициентов K , вычисленных по результатам натуральных измерений, авторами [46] было предложено принять значение коэффициента $K = 7$ в качестве допустимого коэффициента запаса. По достижении данного допустимого значения при неравномерной осадке возможно превышение предела текучести во внешнем слое оболочки, однако напряжения не достигают зоны предела прочности. В конструкциях одного из тридцати трех резервуаров TONEN [41] был превышен указанный предел без каких-либо негативных последствий. В двух из 59 других резервуаров был превышен данный предел, но разрушения стенки не последовало.

Для удобства использования критерия предел прочности в формуле (8) σ_b был заменен на предел текучести σ_T :

$$\Delta S_i \leq 11 \frac{\sigma_T l^2}{E H} \quad (12)$$

В данном случае $K = 7$. Коэффициент запаса согласно данному критерию равен 1,6. Критерий, приведенный в (12) не включает в себя условие устойчивости стенки. Авторами предполагается, что при неравномерных осадках снижение устойчивости может возникнуть в верхней части стенки, однако это не влечет за собой разрушение стенки и не может быть результатом разлива хранимой жидкости. Таким образом, вопрос разрушения резервуара по причине потери устойчивости требует более углубленного исследования.

Оценка воздействия неравномерной осадки на центральную часть днища

В [46] утверждается, что при анализе неравномерной осадки днища, необходимо рассмотреть два её основных вида: общая деформация по всей плоскости и локальные деформации отдельных участков. В большинстве работ (за исключением исследований Губера [40] и Хаяши [41]) для ло-

кальных осадок, чтобы найти зависимости возникающих в днище напряжений от деформаций, рассматривается тонкая круглая пластина в упругой постановке с граничными условиями, предусматривающими её жесткое защемление по контуру. Отличия в результатах расчетов, полученных различными исследователями, возникают по причине использования различных коэффициентов запаса для конкретных объектов.

Общая деформация центральной части днища

Критерии для оценки осадки центральной части днища по всей плоскости сформулированы несколькими научными сообществами. Глубокий анализ исследований Гербера [42] и Лангвелда [44] показывает, что эти работы являются логическим продолжением трудов Ринна [48]. Для коэффициента запаса, равного 1, принимается значение прочности центральной части днища 280 МПа, а также нулевой начальный прогиб, значение максимальной неравномерной осадки W принимается равным $D/45$. Также авторами получено обоснованное выражение, определяющее допустимые значения максимальной неравномерной осадки центральной части днища:

$$W \leq \left(W_0^2 + \frac{0,37 \sigma_b}{[n] E} D^2 \right)^{\frac{1}{2}}, \quad (13)$$

где W_0 – максимальное значение начального прогиба центральной части днища, м; σ_b – предел прочности стали наплавленного металла сварного шва, определенный при строительстве резервуара, Па.

Согласно [46] запас прочности $[n]$ равен отношению предела прочности для данной стали к действующим напряжениям в центральной части днища. Запас прочности устанавливается в зависимости от требований к обеспечению надежности объекта.

Локальные деформации центральной части днища

Хаяши [41] и Губер [40] выделяют 2 основных случая локальной осадки днища. В первом случае – локальная осадка днища не оказывает влияния на напряженно-деформированное состояние стенки. Во втором случае – когда локальная осадка днища оказывает влияние на напряженное состояние стенки и уторного узла. В этих работах сформулированы базовые параметры критериев оценки неравномерной осадки, принятых в дальнейшем компанией EXXON.

При рассмотрении днищ с одинаковыми прочностными характеристиками металла, критерий локальной осадки днища

для случая разрушения (при отсутствия взаимного влияния стенки и днища) равен соотношению:

$$S/d = 1/51,$$

где S – максимальная величина вертикального смещения точек осадки, м;
 d – диаметр выпуклого участка локальной просадки, м.

Это несущественно меньше условия для общей осадки центральной части днища, которое соответствует:

$$W/D = 1/44,$$

где W – максимальная величина вертикального смещения точек осадки, м;
 D – диаметр полотна центральной части днища, м.

Таким образом, НДС днища как при общей, так и при локальной осадке имеет похожий характер. В критерий Хаяши и Губера для локальной осадки днища без взаимного влияния со стенкой закладываются свойства металла днища, а определяющим значением является величина допустимой неравномерной осадки S . Авторами [46] сделан вывод о том, что данный критерий является наиболее рациональным для ограничения неравномерной осадки центральной части днища при условии отсутствия взаимного влияния со стенкой:

$$S \leq d \left(\frac{0,28 \sigma_B}{E [n]} \right)^{\frac{1}{2}}. \quad (14)$$

При расчете допустимой осадки днища по формуле (14) следует выбирать соответствующие характеристики стали, а именно, предел прочности для стали днища. Согласно [46], оболочечная конструкция стенки способствует уменьшению напряжений, возникших в днище при локальных деформациях вблизи стенки. В связи с этим возможно смягчить требования к допустимым значениям осадки днища в зоне влияния стенки.

Губер в [40] описал кривые оценки осадок и деформаций центральной части днища в зоне, подверженной влиянию стенки резервуара, даны соотношения:

$$d < D/4 \text{ и } \bar{d} > 2d, \quad (15)$$

где d – наибольший диаметр локальной просадочной зоны, м;

\bar{d} – дуговой размер просадочной зоны, м.

Рассмотренные кривые определяют пределы локальных просадочных зон, которые варьируются в пределах от $d/17$ – $d/33$ для однопроходных сварных швов и $d/13$ – $d/26$ для многопроходных сварных швов. В вы-

ражении (16) дано численное описание зависимостей, полученных Губером [40], определяющих допустимые значения локальных осадок центральной части днища в зоне влияния стенки:

$$S \leq d \left(\frac{2,25 \sigma_B D}{d^{0,75} E [n] H} \right)^{\frac{1}{2}}. \quad (16)$$

Выражение (16) адекватно определяет значения допустимых осадок днища в зонах влияния стенки. Критерий, приведенный выше, применим только в том случае, если локальная неравномерная осадка центральной части днища будет иметь «чашеобразный» профиль. Однако при рассмотрении совместного случая общей и локальной осадки днища, значения напряжений могут быть значительно больше, чем при рассмотрении локальной и общей осадок в отдельности.

Анализируя критерии для узла сопряжения стенки и крайки рассмотрим два основных случая. В первом случае рассматривается условие, при котором стенка и днище имеют совместную осадку. Этот случай приведен в трудах Губера [40], посвященных локальным деформациям днища в зоне влияния стенки. Второй случай возникает, когда стенка сохраняет свое положение над просадочной зоной, днище деформируется совместно с основанием. Значительные растяжения конструкций в узле сопряжения могут послужить причиной его разрушения. Исследователями в литературе отражена информация о потенциальной опасности при данном типе деформирования конструкций [46]. Очевидно, что данный случай деформирования рассматривается настолько серьезно, что в случае выявления осадки такого рода необходимо сразу же принять меры для предотвращения ее развития. В случае обнаружения зон расстыковки стенки и основания, необходимо за минимально короткое время заполнить образовавшуюся щель специальными уплотняющими составами.

Такой подход является допустимым до того момента, пока методы диагностики позволяют обнаруживать такие области. Однако на определенных участках крайки, выступающих за пределы стенки наружу, возможны скрытые зоны разъединения стенки и основания. В таком случае определить месторасположение просадочной зоны можно только путем измерения и сопоставления геодезических отметок конструкций фундаментного кольца, крайки, стенки. При этом опорожнение резервуара до измерения отметок фундамента и стенки может привести к возвращению дни-

ща и узла сопряжения к первоначальному состоянию, что не позволит выявить области просадочных зон.

Обеспечение нормального эксплуатационного состояния узла сопряжения стенки и днища является важнейшим аспектом для рассмотрения, на данный момент не существует достаточно точных критериев, определяющих области допустимых значений деформаций данного узла, большинство существующих методов недостаточны для определения истинных деформаций окраечной зоны. Рассмотрение данного вопроса требует дальнейших исследований. Инженерами не рассматриваются случаи горизонтальных перемещений оснований резервуаров и их влияние на общее состояние РВС. Такие перемещения возникают от сдвигов основания, внешних факторов, землетрясений. В изученной автором литературе не найдено критериев, определяющих области допустимых боковых перемещений оснований резервуаров. Большое число вопросов остается неразрешенными. Какое воздействие горизонтальные перемещения оказывают на напряжения в различных элементах резервуара? Могут ли горизонтальные смещения вызвать разрушения или повреждения стенки и днища? Нужно ли учитывать совместное действие вертикальных и горизонтальных перемещений?

В рассмотренных трудах рассматривается каждый вид деформирования конструкций в отдельности и не учитывается их совместный эффект. Более того, устанавливаются области допустимых значений напряжений в различных элементах резервуара без учета совместного действия различных факторов, включая напряжения, возникших от веса хранимой жидкости. Приближенные вычисления показывают, что такие упрощения имеют незначительное влияние во многих случаях. Однако есть необходимость учитывать комбинации различных факторов, вызывающих избыточные напряжения, если они оказывают значимое влияние. Так, например, считается, что общая осадка центральной части днища типа с большими локальными деформациями намного опаснее, чем отдельные небольшие участки с неравномерными осадками. Также существует проблема, связанная с тем, что значение НДС металлоконструкций резервуара становится неизвестным после исправления осадок наружного контура днища. В табл. 2 представлены предложенные требования к допустимым величинам неравномерной осадки стенки и днища, полученные разными исследователями. Исходя из критериев [46] были сформулированы требования американского стандарта API 653 в части назначения допустимых областей неравномерной осадки.

Таблица 2

Критерии для стенки и днища при неравномерных осадках

Источник	Критерий
1	2
Ламбе (1961), Пэнман (1977)	Стенка, оригинальный критерий: $SAG \leq \left(\frac{D}{4H}\right) \Delta R_{\tau 01}$; Стенка, модифицированный критерий: $S_{\max} \leq 0,125 \left(\frac{D}{H}\right) \Delta R_{\tau 01}$
Ринн (1963)	Днище: $W \leq \frac{D}{45}$
Дэ Бир (1969)	Стенка: $\frac{\Delta S}{L} \leq \frac{1}{450}$
Хаяши (1973), Губер (1974)	Днище (при общей осадке): $S \leq \frac{d}{51}$ Днище (при локальной осадке): $\frac{d}{13} \leq S \leq \frac{d}{8}$

Окончание табл. 2	
1	2
Лангвелд (1974, 1978)	<p>Стенка, оригинальный критерий: $S_{\max} \leq \left(\frac{0,2L^2}{HD} \right) \Delta R_{\tau 01}$;</p> <p>Стенка, модифицированный критерий:</p> <p>для 8 точек нивелировки: $S_{\max} \leq 0,125 \left(\frac{D}{H} \right) \Delta R_{\tau 01}$;</p> <p>для 16 точек нивелировки: $S_{\max} \leq 0,107 \left(\frac{D}{H} \right) \Delta R_{\tau 01}$;</p> <p>Днище: $W \leq \frac{D}{44}$</p>
Гринвуд (1974)	<p>Стенка: $S_{\max} \leq 4$ см; $D \leq 50$ м</p> <p>$S_{\max} \leq 6$ см; $D \geq 50$ м</p>
Саливан и Новицкий (1974)	<p>Стенка: $S_{\max} \leq 3,0 - 4,5$ см</p>
Малик и др. (1977)	<p>Стенка, оригинальный критерий: $\Delta S \leq \left(\frac{l^2}{HD} \right) \Delta R_{\tau 01}$;</p> <p>Стенка, модифицированный критерий:</p> <p>для 8 точек нивелировки: $S_{\max} \leq 0,154 \left(\frac{D}{H} \right) \Delta R_{\tau 01}$;</p> <p>для 16 точек нивелировки: $S_{\max} \leq 0,132 \left(\frac{D}{H} \right) \Delta R_{\tau 01}$</p>
Клепиков (1989)	<p>Стенка: дуговая составляющая – 0,01L – малогабаритные РВС; 0,008L крупногабаритные РВС; вертикальная составляющая – 60 мм.</p> <p>Днище: 0,004*D – малогабаритные РВС; 0,008*D – крупногабаритные РВС</p>
Ким Тай Хун, Лим Донг Джун (2010)	<p>$S_{\max} \leq 50$ мм; $D < 30$ м</p> <p>$S_{\max} \leq 60$ мм; $30 \leq D \leq 90$ м</p> <p>$S_{\max} \leq 75$ мм; $D \geq 90$ м</p>

На основе работы [46] были сформированы подходы к оценке неравномерных осадок оснований РВС в американском стандарте API 653, являющемся наряду с API 650 основным техническим документом при проектировании, строительстве и реконструкции крупногабаритных вертикальных стальных резервуаров. С целью обоснования возможности гармонизации отечественных стандартов в части назначения предельных значений неравномерной осадки, далее предлагается рассмотреть критерии, представленные в стандарте API 653.

Для получения геодезических параметров неравномерной осадки назначается проведение нивелировки наружного контура днища (НКД) и центральной части. При проведении нивелировки НКД и полотнища приняты основные требования:

- количество точек нивелирования должно составлять не менее 8 шт., равномерно расположенных по контуру;
- максимальное расстояние между смежными точками нивелирования по контуру не должно превышать 9,75 м;
- геодезические отметки точек центральной части днища получают на основе разбиения полотна на сетку с использованием минимум 4 равноотстоящих диаметров, разбитых на отрезки с частотой не менее 3 м (рис. 1).

На основании полученных геодезических отметок выполняется математическая интерпретация кривой наружного контура днища с целью определения эффективной дуги просадки. Эффективная дуга просадки – это область с массивом точек, имеющая наибольшие отклонения от проектных отметок наружного контура днища РВС. На рис. 2 представлен пример определения параметров эффективной дуги просадочной зоны.



Рис. 1. Требования к геодезическим измерениям дна и окрайки резервуара в API 653

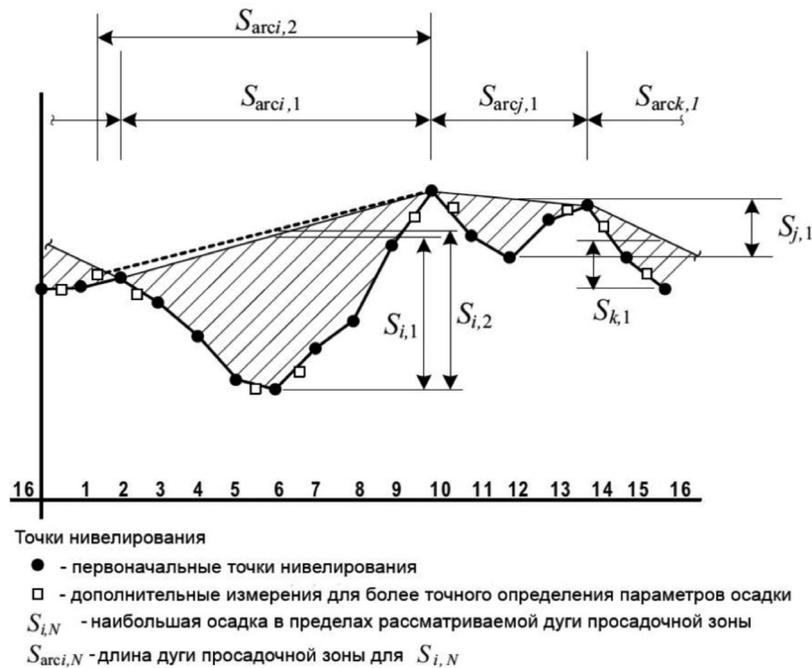


Рис. 2. Построение контура депланации резервуара с неравномерной осадкой

После построения функции-кривой просадочной зоны необходимо выполнить оценку допустимой величины неравномерной осадки для рассматриваемого резервуара. В соответствии с (17) рассчитывается максимально допустимое значение вертикальной составляющей неравномерной осадки:

$$S_{\max} = \min [K \times S_{arc} \times (D / H) \times (Y / E)], \quad (17)$$

где S_{\max} – предельно допустимая величина вертикальной составляющей неравномерной осадки, дюйм;

S_{arc} – эффективная длина дуги просадочной зоны, футы;

D – диаметр резервуара, футы;

Y – предел текучести металла резервуара, фунт-сила на квадратный дюйм;

E – модуль Юнга, футы;

H – эффективная длина дуги просадочной зоны, фунт-сила на квадратный дюйм;

K – безразмерный параметр, зависящий от типа и диаметра резервуара, выбирается в соответствии с данными табл. 3.

Далее вертикальные составляющие отметок осадки S сравниваются с допускаемыми значениями S_{\max} , на основании чего

делаются соответствующие выводы о необходимости проведения ремонта РВС, либо выполнения более глубокого диагностического обследования с дальнейшим проведением проверочных прочностных расчетов,

в том числе с применением метода конечных элементов. Необходимо отметить, что приведенный выше подход справедлив только для крупногабаритных резервуаров с диаметром, не превышающим 300 футов (91,44 м).

Таблица 3

Диаметр РВС, фут	К, для резервуаров со стационарной крышей	К, для резервуаров с плавающей крышей
$D \leq 50$	10,5	28,7
$50 < D \leq 80$	5,8	7,8
$80 < D \leq 120$	3,9	6,5
$120 < D \leq 180$	2,3	4,0
$180 < D \leq 240$	не применимо	3,6
$240 < D \leq 300$	не применимо	2,4
$300 < D$	не применимо	не применимо

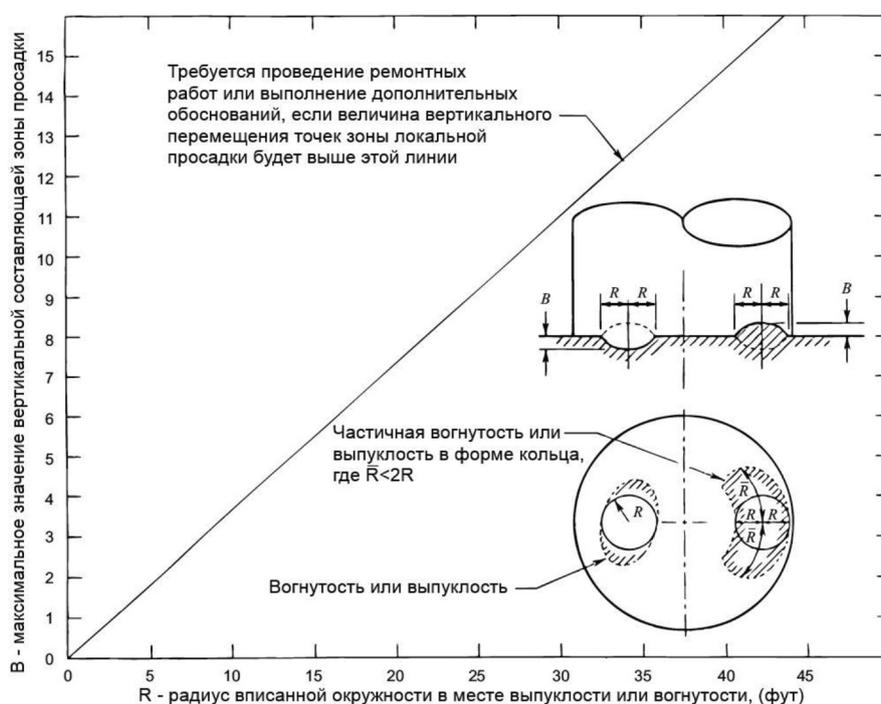


Рис. 3. Предельные значения осадки местной просадочной зоны

Следующим этапом оценки технического состояния РВС с имеющимися неравномерными осадками является анализ локальных просадочных зон центральной части днища резервуара. Для участков с местными осадками полотнища днища, находящихся за пределами краевой зоны, в стандарте API 653 предлагается зависимость, позволяющая оценить допустимую величину вертикальной составляющей осадки.

$$B = 0,37 R, \quad (18)$$

где B — максимально допустимая высота выпуклости или вогнутости зоны локальной просадки, дюйм;

R — минимальный радиус вписанной окружности, построенной для зоны локальной осадки, футы.

Также в стандарте приведена зависимость (рис. 3), позволяющая инженерам обосновать необходимость ремонта участка с локальной просадкой днища.

Далее предлагается рассмотреть подход стандарта API 653 к оценке локальных осадок в краевой зоне вблизи уторного шва и нахлесточного сварного соединения крайки с полотном центральной части днища. Ввиду особенностей конструкции днища, крайки и их соединения к стенке РВС, в рассматриваемом стандарте анализируется

величина осадки с учетом направления нахлесточного сварного соединения (рис. 4). Нахлесточный шов листов днища, выходящий за пределы стенки в направлении наружного контура, является недопустимым согласно отечественной нормативной документации, однако общие подходы к оценке осадки в области наружного контура днища вызывают несомненный интерес.

Изначально рассчитывается угол альфа между осевой линией резервуара и рассматриваемым нахлесточным сварным швом. Согласно номограммам на рис. 5 и 6 определяются допустимые значения осадки для зон с перпендикулярно и параллельно направленными сварными швами относи-

тельно стенки. На основании полученных результатов, с помощью формулы (19) рассчитывается общее значение допустимой осадки. Далее это значение сравнивается с реальной величиной осадки, полученной на основе диагностических измерений (рис. 4), исходя из чего принимается решение о необходимости проведения ремонтных работ.

$$B_{\alpha} = B_e - (B_e - B_{ew}) \cdot \sin \alpha, \quad (19)$$

где B_{α} – максимально допустимая осадка в околошовной зоне окрайки, дюйм;
 α – угол между осевой линией резервуара и направлением сварного шва, градусы.

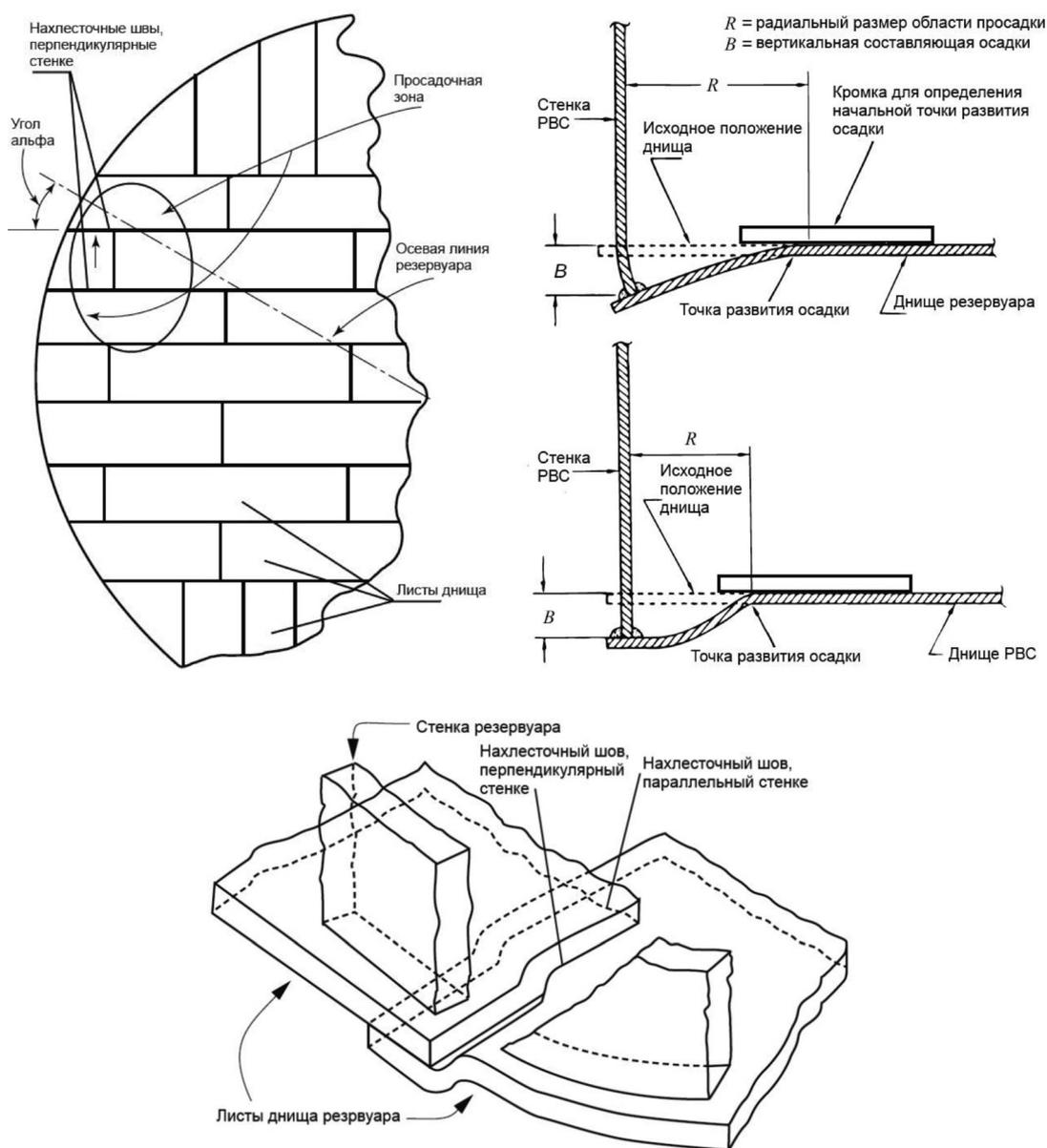


Рис. 4. Схема развития осадки наружного контура днища согласно API 653

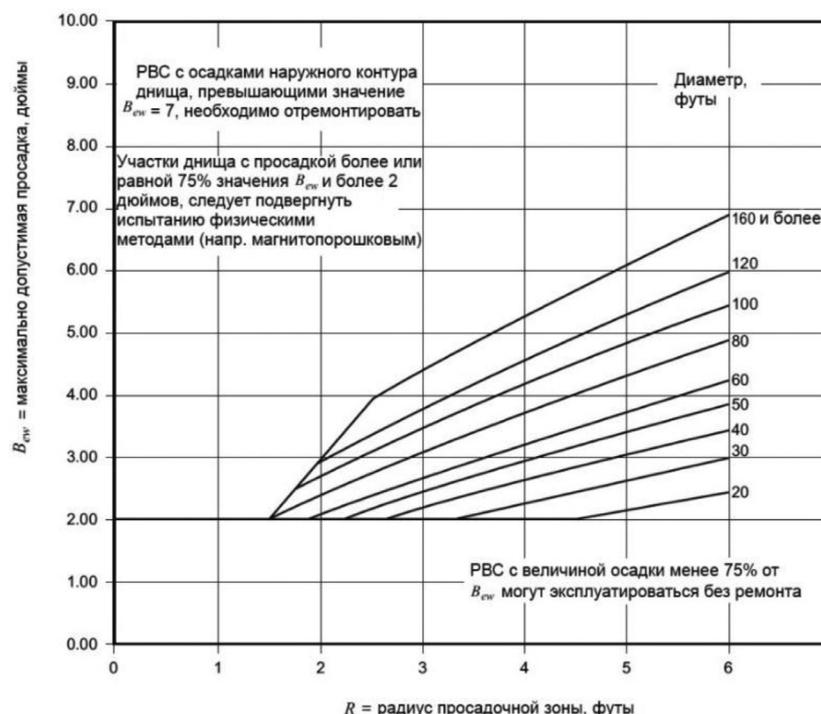


Рис. 5. Номограмма определения допустимых значений осадки участков наружного контура днища с нахлесточными сварными швами, параллельными стенке (согласно API 653)

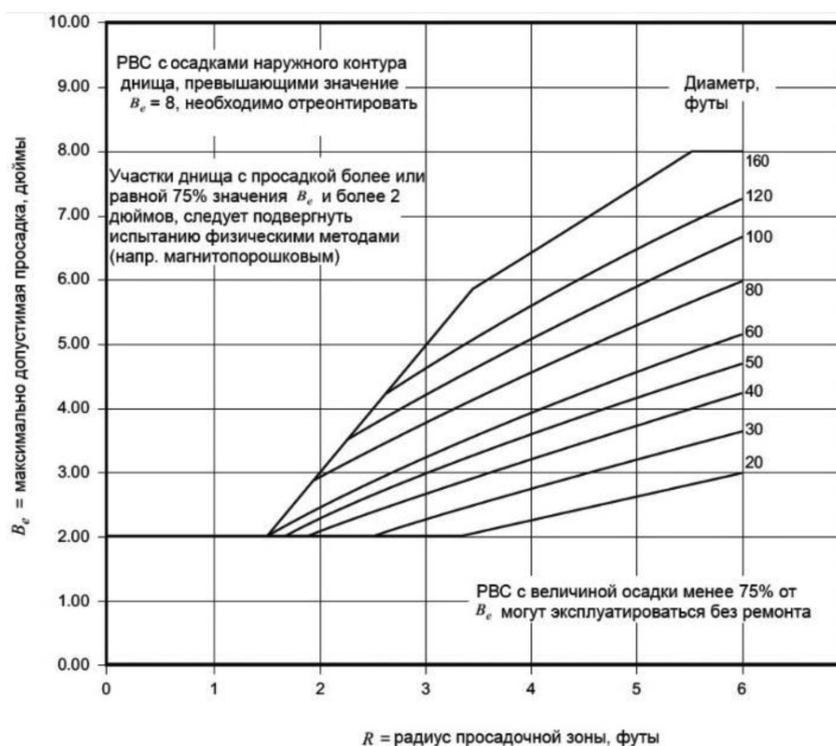


Рис. 6. Номограмма определения допустимых значений осадки участков наружного контура днища с нахлесточными сварными швами, перпендикулярными стенке (согласно API 653)

Подобный подход можно применить при оценке неравномерной осадки наружного контура днища резервуаров отечественного образца с разработкой соответствующих

номограмм, которые бы отражали особенности работы конструкции. Анализируя требования российской НТД [29–31] к вопросу определения допустимых параме-

тров неравномерной осадки, необходимо отметить, что деформации крайки и центральной части днища не ограничены какими-либо критериями. Однако даны довольно жесткие ограничения по отклонениям наружного контура днища. Основными параметрами, исходя из которых определяются допустимые значения неравномерной осадки являются (табл. 4): конструкция резервуара (полистовая/рулонная сборка, РВС/РВСП/РВСПК), срок эксплуатации

(при сроке эксплуатации резервуара > 5 лет предельные отклонения увеличиваются в 1,3 раза, > 20 лет – в 2 раза), характер нагружения (опорожненный/заполненный), а также главные параметры – разность отметок любых двух точек и соседних точек на расстоянии 6 м по периметру. Также выполняется оценка величины зазора между крайкой днища и фундаментом с учетом протяженности и высоты раскрытия для резервуаров высотой свыше и менее 12 м.

Таблица 4.1

Разность отметок наружного контура днища для РВС (П, ПК) полистовой сборки не более

Наименование параметров	Предельное отклонение при диаметре резервуара, мм		
	до 12 м	св. 12 м до 25 м	св. 25 м
При пустом резервуаре:			
– разность отметок соседних точек на расстоянии 6 м по периметру	10	15	15
– разность отметок любых других точек	20	25	30
При залитом резервуаре:			
– разность отметок соседних точек на расстоянии 6 м по периметру	20	25	30
– разность отметок любых других точек	30	35	40

П р и м е ч а н и я . Предельные отклонения от горизонтали наружного контура днища эксплуатируемых РВС (П, ПК) должны быть увеличены по сравнению с указанными в таблице:

- при сроке эксплуатации более 5 лет – в 1,3 раза;
- при сроке эксплуатации более 20 лет – в 2 раза.

Таблица 4.2

Разность отметок наружного контура днища для рулонированных РВС (П, ПК) не более

Объем резервуара, м ³	Разность отметок наружного контура днища, мм			
	при незаполненном резервуаре		при заполненном резервуаре	
	смежных точек на расстоянии 6 м по периметру	любых других точек	смежных точек на расстоянии 6 м по периметру	любых других точек
Менее 700	10	25	20	40
700–1000	15	40	30	60
2000–5000	20	50	40	80
10 000–20 000	15	45	35	75
30 000–50 000	30	60	50	100

П р и м е ч а н и я . Предельные отклонения от горизонтали наружного контура днища эксплуатируемых РВС (П, ПК) должны быть увеличены по сравнению с указанными в таблице:

- при сроке эксплуатации более 5 лет – в 1,3 раза;
- при сроке эксплуатации более 20 лет – в 2 раза.

Таблица 4.3

Предельно допустимые значения зазора между крайкой днища и фундаментом

Высота резервуара, м	Раскрытие зазора, мм	Предельная протяженность зазора, м	Примечания
Не более 12	25–70	1,5	Зазор раскрытием более 70 мм недопустим независимо от протяженности
Свыше 12	25–50	2,0	Зазор раскрытием более 50 мм недопустим независимо от протяженности

Анализируя подходы отечественной и зарубежной нормативной базы к назначению величин допускаемой осадки, необходимо отметить, что требования российской НТД являются обязательными для выполнения всеми проектными и строительными организациями и имеющими конкретные значения, в отличие от западных, где предельные параметры допустимо обосновывать дополнительными расчетами специалистов с соответствующей квалификацией, при этом в стандартах даны только рекомендации. Выполненный анализ позволяет сделать вывод о том, что необходимо рассмотреть возможность гармонизации отечественных стандартов в части оценки уровня неравномерных осадок оснований вертикальных стальных резервуаров. Для этого требуется выполнить адаптацию имеющихся зависимостей для резервуаров российского размерного ряда, отличающихся геометрической конструкцией и по жесткостно-прочностным характеристикам от зарубежных образцов. Предлагается рассматривать не только отклонения наружного контура днища от горизонтальной плоскости в качестве критерия оценки неравномерной осадки (в существующей НТД), но и особенности деформирования полотна днища, листов окраечной зоны. Также необходимо выполнить обоснование возможности учитывать параметры контура депланации наподобие разложения в ряды Фурье [2] (длину и высоту дуги просадки), исходя из чего назначать допустимую величину неравномерной осадки наружного контура по аналогии со стандартом API 653. Также для получения более точных данных в части назначения допустимых величин осадки, предлагается использовать метод конечных элементов, позволяющий учитывать нелинейные свойства материала и геометрии, неосесимметричный характер нагружения и особенности конструкции. Перспективы данного подхода отражены в [16], где обоснованно утверждается, что существующие формулы и аналитические зависимости не всегда позволяют в полной мере оценить действительный характер работы сооружения, в особенности с учетом неосесимметричных составляющих нагружения. Следует отметить, что большая часть зависимостей, положенных в основу ограничений развития осадок получена на основе аналитических решений для фрагментов металлоконструкций резервуаров. В настоящее время появилась возможность при помощи расчетных пакетов на основе МКЭ получить более точные зависимости изменения напряженно-деформированно-

го состояния металлоконструкций резервуара с учетом полного учета проектных конструктивных элементов, их геометрии и физических свойств. Предварительные расчеты, выполненные авторами [12–14] показали, что учет таких элементов, как верхнее опорное кольцо, листы и балки крыши вносят существенное влияние в напряженно-деформированное состояние сооружения при развитии неравномерной осадки основания.

Список литературы

1. Тарасенко А.А. Напряженно-деформированное состояние крупногабаритных резервуаров при ремонтных работах: дис. канд. техн. наук. – Тюмень, 1991. – 254 с.
2. Тарасенко А.А. Разработка научных основ методов ремонта вертикальных стальных резервуаров: дис. докт. техн. наук. – Тюмень, 1999. – 299 с.
3. 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.
4. Тарасенко А.А., Николаев Н.В., Хоперский Г.Г., Овчар З.Н., Саяпин М.В. Исследование влияния приемораздаточных патрубков на напряженно-деформированное состояние стенки вертикальных цилиндрических резервуаров // Известия вузов «Нефть и газ». Тюмень, 1998. – № 1. – С. 59–68.
5. 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.
6. Тарасенко А.А., Попова Е.В. Напряженно-деформированное состояние резервуара при неравномерных осадках основания // Известия вузов «Нефть и газ». Тюмень, 2005. – № 1. – С. 59–63.
7. Тарасенко А.А., Сильницкий П.Ф., Тарасенко Д.А. Противоречия в современной нормативно-технической базе при ремонте резервуаров // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10–15. – С. 3400–3403.
8. Тарасенко А.А., Чепур П.В. Деформирование стационарной крыши крупногабаритного резервуара при неравномерных осадках основания // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11–2. – С. 296–300.
9. Тарасенко А.А., Чепур П.В. Напряженно-деформированное состояние верхнего опорного кольца резервуара при неосесимметричных деформациях корпуса // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11–3. – С. 525–529.
10. Тарасенко А.А., Чепур П.В. Определение действующих напряжений от подъемных устройств при ремонте фундамента резервуара // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9–11. – С. 2421–2425.
11. Тарасенко А.А., Чепур П.В., Грученкова А.А., Соколов С.С. Оценка влияния трубопроводов системы подслоного пожаротушения на напряженное состояние резервуара при осадке основания // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11–8. – С. 1471–1476.
12. Тарасенко А.А., Чепур П.В., Тарасенко Д.А. Деформирование верхнего края оболочки при развитии неравномерных осадок резервуара // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 6–3. – С. 485–489.
13. 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. – № 10–15. – С. 3409–3413.
14. Тарасенко А.А., Чепур П.В., Чирков С.В. Исследование собственной жесткости вертикального стального ци-

линдрического резервуара // Нефтяное хозяйство. – 2014. – № 10. – С. 121–123.

15. 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. – 2014. – № 5. – С. 60–63.

16. Тарасенко А.А., Чепур П.В., Чирков С.В., Тарасенко Д.А. Модель резервуара в среде ANSYS Workbench 14.5 // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10–15. – С. 3404–3408.

17. Тиханов Е.А., Тарасенко А.А., Чепур П.В. Оценка экономической эффективности капитального ремонта основания вертикального стального резервуара методом перемещения // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 6–2. – С. 330–334.

18. 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.

19. 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.

20. Хоперский Г.Г., Тарасенко А.А. Экспериментальное исследование деформаций стенки резервуара при неравномерных осадках оснований // Известия вузов «Нефть и газ». Тюмень, 1997. – № 6. – С. 128.

21. Чепур П.В., Тарасенко А.А. Оценка воздействия приемо-раздаточного патрубка при развитии осадки резервуара // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11–3. – С. 540–544.

22. Чепур П.В., Тарасенко А.А. Влияние параметров неравномерной осадки на возникновение предельных состояний в резервуаре // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 8–7. – С. 1560–1564.

23. Чепур П.В., Тарасенко А.А. Методика определения необходимости ремонта резервуара при осадках основания // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 8–6. – С. 1336–1340.

24. Чепур П.В., Тарасенко А.А., Грученкова А.А., Антонов И.В. Численный анализ влияния жесткости газоразвешивающей системы при развитии осадок резервуара // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11–6. – С. 1292–1296.

25. Чепур П.В., Тарасенко А.А., Соколов С.С. Оценка влияния трубопроводов системы аварийного сброса на напряженное состояние конструкции резервуара при развитии осадок основания // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11–4. – С. 804–808.

26. 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. – № 10–15. – С. 3441–3445.

27. Чирков С.В., Тарасенко А.А., Чепур П.В. Конечно-элементная модель вертикального стального резервуара с усиливающими элементами при его подъеме гидродомкратами // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9–5. – С. 1003–1007.

28. Чирков С.В., Тарасенко А.А., Чепур П.В. Определение оптимального количества тросов поддержки днища при подъеме резервуара // Известия вузов. «Нефть и газ». – 2014. – № 5. – С. 72–78.

29. ГОСТ 52910-2008. Резервуары вертикальные цилиндрические для нефти и нефтепродуктов.

30. РД-23.020.00-КТН-283-09. Правила ремонта и реконструкции резервуаров для хранения нефти объемом 1000–50000 куб. м.

31. СА-03-000-08. Правила проектирования, изготовления и монтажа вертикальных стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов.

32. API 650. Сварные стальные резервуары для хранения нефти. – США, Вашингтон: Издательская служба API, 2005.

33. API 653. Tank Inspection, Repair, Alteration, and Reconstruction, Fourth Edition. – USA, Washington, 2009.

34. BS 2654. Manufacture of vertical steel welded non-refrigerated storage tanks with butt-welded shells for the petroleum industry. 1989.

35. Bell R.A., Iwakiri J. «Settlement Comparison Used in Tank-Failure Study». Journal of the Geotechnical Division. ASCE, Vol. 106, No. GT2, Feb., 1980, P. 153–169.

36. Carlson E.D., Frisan S.P. «Tank Foundation in Eastern Venezuela». Journal of the Soil Mechanics and Foundations Engineering Division. ASCE, Vol. 87, No. Oct. 1961, pp. 69–89.

37. Clarke J.S. «Survey of Oil Storage Tanks». Annales de L'Institut Belge du Petrole. No 6, 1969, p. 15.

38. DeBeer E.E. «Foundation Problems, of Petroleum, Tanks». Annales de L'Institut Belge du Petrole. No 6, 1969. P. 25–40.

39. Greenwood D.A. «Differential Settlement Tolerance of Cylindrical Steel Tanks for Bulk Liquid Storage». Proceedings of the Conference on Settlement of Structures. Cambridge: University, British Geotechnical Society, A Halsted Press Book, John. Wiley and Sons, Inc., New York, N.Y., Apr. 1974, P. 35–97.

40. Guber F.H. Design Engineering Contributions to Quality Tankage. International Institute of Welding Annual Assembly, Budapest, Hungary, 1974, P. 99–129.

41. Hayashi K. «Evaluation of Localized Differential Tank Bottom Settlement» Internal Report, EXXON Research and Engineering Co., Report No. EE.12TTR.73, 1973.

42. Herber K.H. «Eckverbindungen von Tanken und Behaltern». Del Stahlbau, Vols. 10 and 11, pp. 225–228 and 252–257, 1955.

43. Lambe T.W. «Reclaimed. Land in Kawasaki City». Proceedings of the Soil Mechanics and Foundation Division. ASCE Vol. 95, No SM5, 1969.

44. Langeveld J.M. «The Design of Large Steel Storage Tanks for Crude Oil and Natural Gas». Proceedings of the Annual Meeting of The International Institute of Welding. 1974, P. 35–95.

45. Malik Z., Morton J., Ruiz C. «Ovalization of Cylindrical Tanks as a Result of Foundation Settlement». Journal of Strain Analysis, Vol. 12, No. 4, 1977. P. 339–348.

46. Marr W.A., ASCE, Ramos J.A., Lambe T.W. Journal of Geotechnical Engineering Division, Proceedings of the American Society of Civil Engineers, Vol. 108, August 1982.

47. Penman A.D. «Soil-Structure Interaction and Deformation Problems with Large Oil Tanks». Proceedings of the International Symposium on Soil-Structure Interaction, University of Roorkee, Roorkee, India, Vol. 1, Jan., 1977, P. 521–526.

48. Rinne J.E. «Tanks on Soft Soils are Economic Challenge» Petro/Chem Engineer, Vol. 35, No. 10, Sept., 1963, P. 56–58.

49. Salmon C. J., Johnson J. E. Steel Structures: Design and Behavior, Intext Educational Publishers, 1971, P. 2.

50. Sullivan R.A., Nowicki J.F. «Differential Settlement of Cylindrical Oil Tanks». Proceedings of Conference on Settlement of Structures, Cambridge University, John Wiley and Sons, Inc., New York, N.Y., Apr., 1974, P. 420–424.

References

1. Tarasenko A.A. Stress-strained state of large-sized tanks during repairs. Candidate technical sciences dissertation. Tyumen, 1991. 254 p.

2. Tarasenko A.A. Razrabotka nauchnyh osnov metodov remonta vertikal'nyh stal'nyh rezervuarov: dis. doct. tehn. nauk. Tyumen, 1999. 299 p.

3. Tarasenko A.A., Sajapin M.V. Izvestija vysshihuchebnyh zavedenij. Neft'igaz – Academic news «Oil and gas», 1999, no.1, pp. 52–56.

4. Tarasenko A.A., Nikolaev N.V., Hoperskij G.G., Ovchar Z.N., Sajapin M.V. Izvestijavysshihuchebnyhzavedenij. Neft'igaz. 1998, no.1, pp. 59–68.

5. Tarasenko A.A., Nikolaev N.V., Hoperskij G.G., Sajapin M.V. *Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Neft'igaz*. 1997, no.3, pp. 75–79.
6. Tarasenko A.A., Popova E.V. *Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Neft'igaz – Academic news «Oil and gas»*, 2005, no.1, pp. 59–63.
7. Tarasenko A.A., Sil'nickij P.F., Tarasenko D.A. *Fundamental research*, 2013, no.10–15, pp. 3400–3403.
8. Tarasenko A.A., Chepur P.V. *Fundamental research*, 2014, no.11 part 2, pp. 296–300.
9. Tarasenko A.A., Chepur P.V. *Fundamental research*, 2014, no.11 part 3, pp. 525–529.
10. Tarasenko A.A., Chepur P.V. *Fundamental research*, 2014, no.9 part 11, pp. 2421–2425.
11. Tarasenko A.A., Chepur P.V., Gruchenkova A.A., Sokolov S.S. *Fundamental research*, 2014, no.11 part 8, pp. 1471–1476.
12. Tarasenko A.A., Chepur P.V., Tarasenko D.A. *Fundamental research*, 2014, no.6 part 3, pp. 485–489.
13. Tarasenko A.A., Chepur P.V., Chirkov S.V. *Fundamental research*, 2013, no.10 part 15, pp. 3409–3413.
14. Tarasenko A.A., Chepur P.V., Chirkov S.V. *Neftjanoe hozjajstvo*, 2014, no.10 pp. 121–123.
15. Tarasenko A.A., Chepur P.V., Chirkov S.V. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti*, 2014, no.5, pp. 60–63.
16. Tarasenko A.A., Chepur P.V., Chirkov S.V., Tarasenko D.A. *Fundamental research*, 2013, no.10 part 15, pp. 3404–3408.
17. Tihanov E.A., Tarasenko A.A., Chepur P.V. *Fundamental research*, 2014, no.6 part 2, pp. 330–334.
18. Hoperskij G.G., Ovchar Z.N., Tarasenko A.A., Nikolaev N.V. *Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Neft'igaz – Academic news «Oil and gas»*, 1997, no.5, pp. 80–85.
19. Hoperskij G.G., Sajapin M.V., Tarasenko A.A., Nikolaev N.V. *Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Neft'igaz*. 1998, no.4, pp. 73–77.
20. Hoperskij G.G., Tarasenko A.A. *Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Neft'igaz – Academic news «Oil and gas»*, 1997, no.6, pp. 128.
21. Chepur P.V., Tarasenko A.A. *Fundamental research*, 2014, no.11 part 3, pp. 540–544.
22. Chepur P.V., Tarasenko A.A. *Fundamental research*, 2014, no.8 part 7, pp. 1560–1564.
23. Chepur P.V., Tarasenko A.A. *Fundamental research*, 2014, no.8 part 6, pp. 1336–1340.
24. Chepur P.V., Tarasenko A.A., Gruchenkova A.A., Antonov I.V. *Fundamental research*, 2014, no.11 part 6, pp. 1292–1296.
25. Chepur P.V., Tarasenko A.A., Sokolov S.S. *Fundamental research*, 2014, no.11 part 4, pp. 804–808.
26. Chepur P.V., Tarasenko A.A., Tarasenko D.A. *Fundamental research*, 2013, no.10 part 15, pp. 3441–3445.
27. Chirkov S.V., Tarasenko A.A., Chepur P.V. *Fundamental research*, 2014, no.9 part 5, pp. 1003–1007.
28. Chirkov S.V., Tarasenko A.A., Chepur P.V. *Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Neft'igaz – Academic news «Oil and gas»*, 2014, no.5, pp. 72–78.
29. GOST 52910-2008. *Rezervuary vertikal'nye cilindricheskie dlja nefi i nefteproduktov*.
30. RD-23.020.00-KTN-283-09. *Pravila remonta i rekonstrukcii rezervuarov dlja hranenija nefi ob'emom 1000-50000 kub. m*.
31. SA-03-000-08. *Pravila proektirovanija, izgotovlenija i montazha vertikal'nyh stal'nyh rezervuarov dlja nefi i nefteproduktov*.
32. API 650. *Svarnye stal'nye rezervuary dlja hranenija nefi*. – SSHA, Washington: Izdatel'skaja sluzhba API, 2005.
33. API 653. *Tank Inspection, Repair, Alteration, and Reconstruction, Fourth Edition*. – USA, Washington, 2009.
34. BS 2654. *Manufacture of vertical steel welded non-refrigerated storage tanks with butt-welded shells for the petroleum industry*. 1989.
35. Bell R.A., Iwakiri J. «Settlement Comparison Used in Tank-Failure Study». *Journal of the Geotechnical Division. ASCE*, Vol. 106, No. GT2, Feb., 1980, pp. 153–169.
36. Carlson E.D., Frisan S.P. «Tank Foundation in Eastern Venezuela». *Journal of the Soil Mechanics and Foundations Engineering Division. ASCE*, Vol. 87, No. SM10, Oct. 1961, pp. 69–89.
37. Clarke J.S. «Survey of Oil Storage Tanks». *Annales de L'Institut Belge du Petrole*. No 6, 1969, p. 15.
38. DeBeer E.E. «Foundation Problems of Petroleum Tanks». *Annales de L'Institut Belge du Petrole*. No 6, 1969, pp. 25–40.
39. Greenwood D.A. «Differential Settlement Tolerance of Cylindrical Steel Tanks for Bulk Liquid Storage». *Proceedings of the Conference on Settlement of Structures*. Cambridge: University, British Geotechnical Society, A Halsted Press Book, John Wiley and Sons, Inc., New York, N.Y., Apr. 1974, pp. 35–97.
40. Guber F.H. *Design Engineering Contributions to Quality Tankage*. International Institute of Welding Annual Assembly, Budapest, Hungary, 1974, pp. 99–129.
41. Hayashi K. «Evaluation of Localized Differential Tank Bottom Settlement» Internal Report, EXXON Research and Engineering Co., Report No. EE.12TTR.73, 1973.
42. Herber K.H. «Eckverbindungen von Tanken and Behaltern». *Del Stahlbau*, Vols. 10 and 11, pp. 225-228 and 252-257, 1955.
43. Lambe T.W. «Reclaimed Land in Kawasaki City». *Proceedings of the Soil Mechanics and Foundation Division. ASCE* Vol. 95, No SM5, 1969.
44. Langeveld J.M. «The Design of Large Steel Storage Tanks for Crude Oil and Natural Gas». *Proceedings of the Annual Meeting of The International Institute of Welding*. 1974, pp. 35–95.
45. Malik Z., Morton J., Ruiz C. «Ovalization of Cylindrical Tanks as a Result of Foundation Settlement». *Journal of Strain Analysis*, Vol. 12, No. 4, 1977, pp. 339–348.
46. Marr W.A., ASCE, Ramos J.A., Lambe T.W. *Journal of Geotechnical Engineering Division, Proceedings of the American Society of Civil Engineers*, Vol. 108, August 1982.
47. Penman A.D. «Soil-Structure Interaction and Deformation Problems with Large Oil Tanks». *Proceedings of the International Symposium on Soil-Structure Interaction, University of Roorkee, Roorkee, India*, Vol. 1, Jan., 1977, pp. 521–526.
48. Rinne J.E. «Tanks on Soft Soils are Economic Challenge» *Petro/Chem Engineer*, Vol. 35, No. 10, Sept., 1963, pp. 56–58.
49. Salmon C.J., Johnson J.E. *Steel Structures: Design and Behavior*, Intext Educational Publishers, 1971, p. 2.
50. Sullivan R.A., Nowicki J.F. «Differential Settlement of Cylindrical Oil Tanks». *Proceedings of Conference on Settlement of Structures*, Cambridge University, John Wiley and Sons, Inc., New York, N.Y., Apr., 1974, pp. 420–424.

Рецензенты:

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

Мерданов Ш.М., д.т.н., профессор, Почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, заведующий кафедрой «Транспортные и технологические системы», ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный нефтегазовый университет», г. Тюмень.

Работа поступила в редакцию 05.12.2014.

УДК 62-252.1

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ОПТИМАЛЬНОЙ ФОРМЫ КОЛЬЦЕВЫХ ПРОТОЧЕК НА ТОРЦАХ БАНДАЖЕЙ ПРИ ИХ РЕКОНСТРУКЦИИ

Щетинин Н.А., Шрубченко И.В., Богданов В.С., Мурыгина Л.В., Гончаров М.С.

*ФГОУ «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»,
Белгород, e-mail: azrael90@mail.ru*

На кафедре технологии машиностроения БГТУ им. В.Г. Шухова разработана технология, предполагающая реконструкцию бандажей типа «П» в тип «В» непосредственно на месте их эксплуатации с использованием мобильных технологий и оборудования. Проведение таких работ позволит существенно снизить затраты по замене бандажей, повысит надежность и ресурс их работы. Предложено на торцевых поверхностях бандажей выполнять специальные фасонные кольцевые проточки и таким образом формировать закрылок для последующего соединения с корпусом печи при помощи сварки. В ходе исследований выбраны оптимальные форма и параметры кольцевых проточек на торцах, обеспечивающие условия равномерного распределения напряжений, возникающих от действия массы печи при эксплуатации и удобство проведения последующих работ по сборке бандажа с обечайками.

Ключевые слова: бандаж, торцевые поверхности, фасонные кольцевые проточки, закрылок, обечайки

BY THE DEFINITION OF OPTIMAL FORM OF AN ANNULAR GROOVES ON THE END FACE BANDAGES AT THEIR RECONSTRUCTION

Shhetinin N.A., Shrubchenko I.V., Bogdanov V.S., Murygina L.V., Goncharov M.S.

FSEI «Belgorod State Technological University V.G. Shukhov», Belgorod, e-mail: azrael90@mail.ru

At the Department of Manufacturing Engineering BGTU, developed a technology that involves the reconstruction of bandage such as «P» – a type «B» on the spot of their operation with the use of mobile technologies and equipment. Such works will significantly reduce the cost of replacing tires and increase the reliability and service life of their work. Suggested at the end surfaces of bandages perform special shaped annular grooves and thus forming a flap for subsequent connection to the furnace body by welding. The studies selected optimal shape and parameters of annular grooves on the ends to ensure even distribution of stress conditions arising from the action of the mass of the furnace operation and the convenience of the subsequent work on assembling a bandage with shells.

Keywords: bandage, end surface, shaped annular grooves, flap, shells

Бандажи вращающихся цементных печей плавающего типа («П») в настоящее время заменяют на более надежные – вварного типа («В»). Однако выпускаемые промышленностью бандажи типа «В» менее технологичны в изготовлении, имеют более сложную конструкцию, поэтому оказываются на порядок дороже по сравнению с бандажами типа «П» [1, 2]. На кафедре технологии машиностроения БГТУ им. В.Г. Шухова разработана технология, предполагающая реконструкцию бандажей типа «П» в тип «В» непосредственно на месте их эксплуатации с использованием мобильных технологий и оборудования [3–7]. Проведение таких работ позволит существенно снизить затраты по замене бандажей, повысит надежность и ресурс их работы. Предложено на торцевых поверхностях бандажей выполнять специальные фасонные кольцевые проточки и таким образом формировать закрылок для последующего соединения с корпусом печи при помощи сварки. Такие фасонные канавки должны, с одной стороны, обеспечивать условия равномерного распределения напряжений, возникающих от действия массы печи при эксплуатации и, с другой стороны, обеспечивать удобство проведения последующих работ по сборке

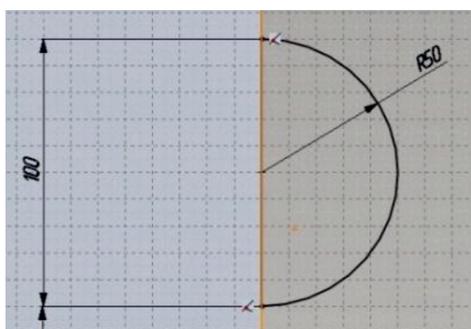
бандажа с обечайками. С целью поисковых исследований по предварительному выбору формы и расположения канавок было рассмотрено 4 варианта их изготовления (рис. 1). Моделирование напряженно-деформированного состояния конструкции бандажа проводилось в CAD/CAE – системе Solid Works с встроенным пакетом конечно-элементарного анализа Solid Works Simulation. Исходная модель включает в себя бандаж и два элемента корпуса печи, соединенные сваркой (рис. 2). В качестве кинематических граничных условий назначалась фиксированная геометрия на торцах корпуса печи. В качестве статических граничных условий назначены действие сил на гранях и в зонах контакта бандажа с опорными роликами, имитирующие действие силы тяжести вращающейся печи. Размер таких граней может быть вычислен по формулам [15]:

$$a = 1,52 \sqrt{\frac{p \cdot R_1 \cdot R_2}{E \cdot (R_1 + R_2)}}, \quad p = \frac{F}{S},$$

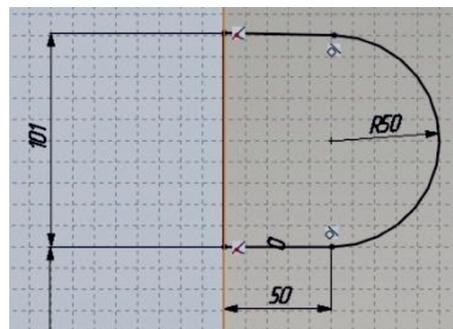
где a – половина ширины грани, мм;
 $S = 2000 \cdot a$ – площадь грани, мм²;
 $F = 280000 H$ – действующая на грань сила (ее значение определяем, исходя из массы

бандажа: $t = 56000 \text{ кг}$; $R_1 = 3050 \text{ мм}$ – радиус бандажа; $R_2 = 1700 \text{ мм}$ – радиус ролика; $E = 206000 \text{ Н/мм}^2$ – модуль упру-

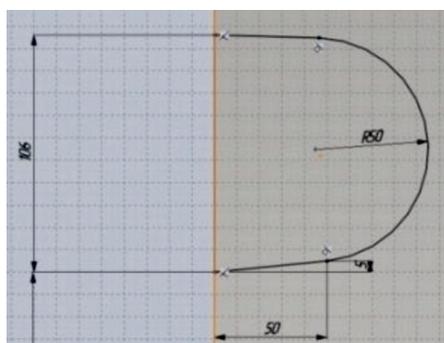
гости материала Сталь 35. При расчете по вышеуказанной формуле получим $a = 1,2 \text{ мм}$.



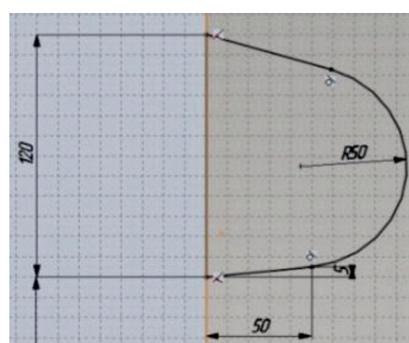
а)



б)



в)



г)

Рис. 1. Варианты формы канавки, задаваемые при поисковых исследованиях

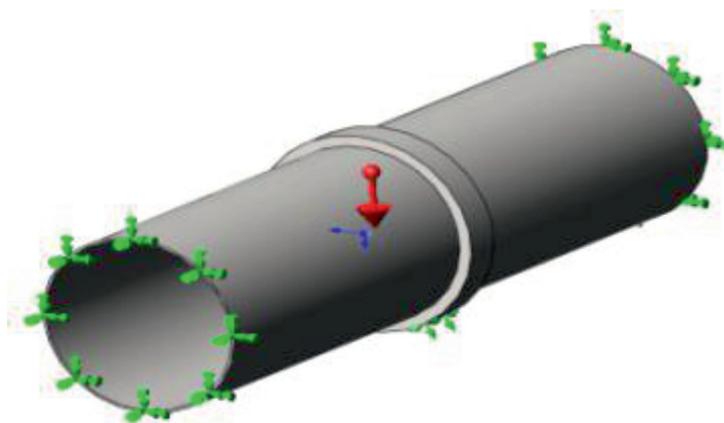


Рис. 2. Исходная модель бандажа с приложенными граничными условиями

Для упрощения условий решения задачи исследование проводилось в радиальном сечении и дополнительно назначалась фиксированная геометрия на гранях в направлении, перпендикулярном секущей плоскости. Результаты моделирования представлены на рис. 3, где показано на-

пряженно-деформированное состояние бандажа, в зоне соединения с обечайками, и распределение возникающих напряжений для различных вариантов форм канавки, с приведенными численными значениями напряжений в некоторых узлах бандажа.

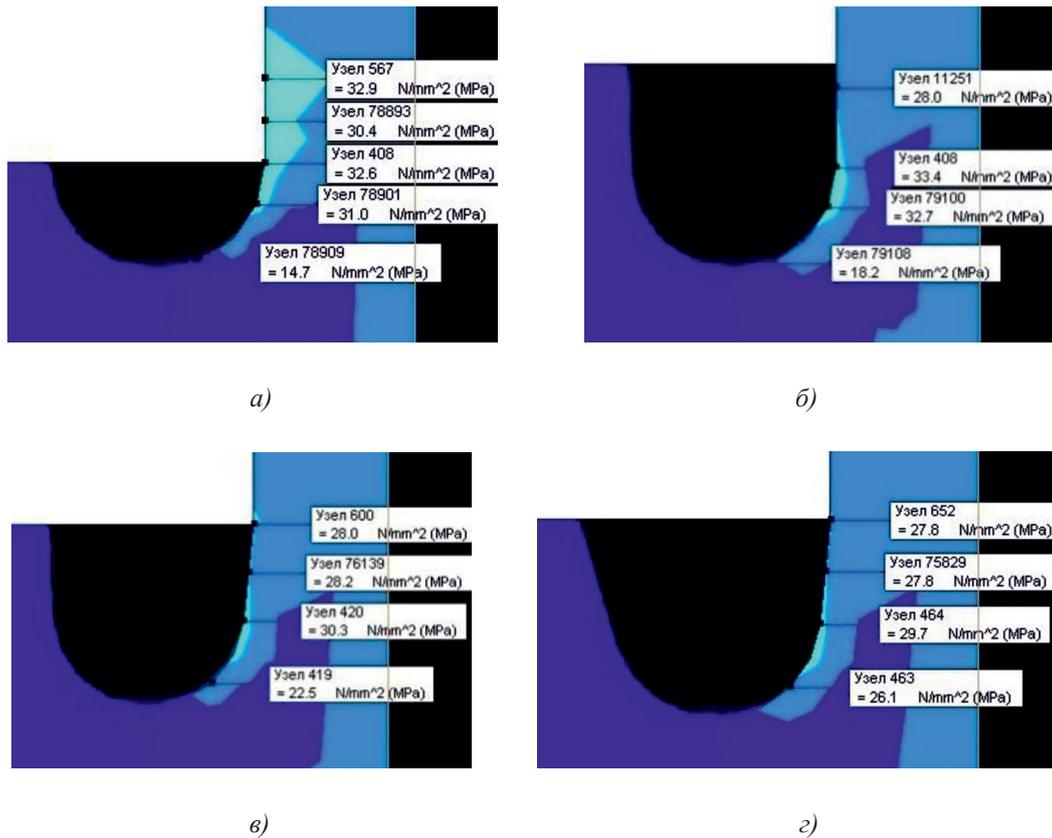


Рис. 3. Числовые значения напряжений в отдельных узлах модели и их распределение

Для вариантов канавок а, б, в – величина напряжений в месте их концентрации составляет 30–33 МПа. Для варианта г – величина напряжений составляет 28–30 МПа. Таким образом, выполнение верхней и нижней граней канавки наклонными способствует уменьшению величины напряжений и более равномерному их распределению. Следовательно, такая форма канавки может быть выбрана в качестве исходной, для последующей оптимизации. Для определения оптимальных параметров кольцевой проточки была проведена оптимизация с использованием последовательного симплексного метода (рис. 4). В качестве варьируемых факторов были выбраны: глубина расположения радиуса кольцевой проточки \tilde{x}_1 и величина угла наклона внутренней грани закрылка – \tilde{x}_2 . В качестве целевой функции (функции отклика) была выбрана J_n – величина напряжения, возникающая в зоне перехода закрылка в основное тело бандаж. Учитывалась также и неравномерность распределения напряжений, возникающих по длине поверхности закрылка. Вычисление координат новых точек симплексов при их движении определялось по следующим зависимостям [16]:

$$\tilde{x}_{j,N+1} = \frac{2}{k} \sum_{i=1}^{k+1} \tilde{x}_i - \left(\frac{2}{k} + 1 \right) \cdot \tilde{x}_i^*,$$

$$x_{j,N+1} = \frac{2}{k} \sum_{i=1}^{k+1} x_i - \left(\frac{2}{k} + 1 \right) \cdot x_i^*,$$

где k – число варьируемых факторов; x_i^* , \tilde{x}_i^* – координаты наихудшей точки симплекса соответственно в кодированном и натуральном видах.

Значения исходного симплекса, а также значения варьируемых параметров в кодированном и натуральном видах, а также значения целевой функции, полученные при моделировании, представлены в табл. 1.

Анализ данных показывает, что оптимальными значениями варьируемых параметров являются значения, соответствующие точке симплекса z_9 , т.е. глубине расположения радиуса кольцевой проточки. Она должна составлять не более 50 мм, а угол наклона внутренней грани закрылка должен составлять примерно 5,2°. Процесс оптимизации осуществлялся для бандаж $\varnothing 6100$ мм и полученные оптимальные значения целесообразно задать в пропорции от геометрических параметров самого бандаж (рис. 5).

Значения варьируемых факторов и целевой функции

№ симплекса	Точки симплекса	x_1	x_2	\tilde{x}_1 , мм	\tilde{x}_2 , град	J_n , мПа
1	z_1	0	0	0	0	32,9
	z_2	+2	0	20	0	32,5
	z_3	+1	+1,73	10	1,73	31,2
2	z_2, z_3, z_4	+3	+1,73	30	1,73	30,9
3	z_3, z_4, z_5	+2	+3,46	20	3,46	30,8
4	z_4, z_5, z_6	+4	+3,46	40	3,46	30,1
5	z_4, z_6, z_7	+5	+1,73	50	1,73	30,3
6	z_6, z_7, z_8	+6	+3,46	60	3,46	30,2
7	z_6, z_8, z_9	+5	+5,19	50	5,19	29,9

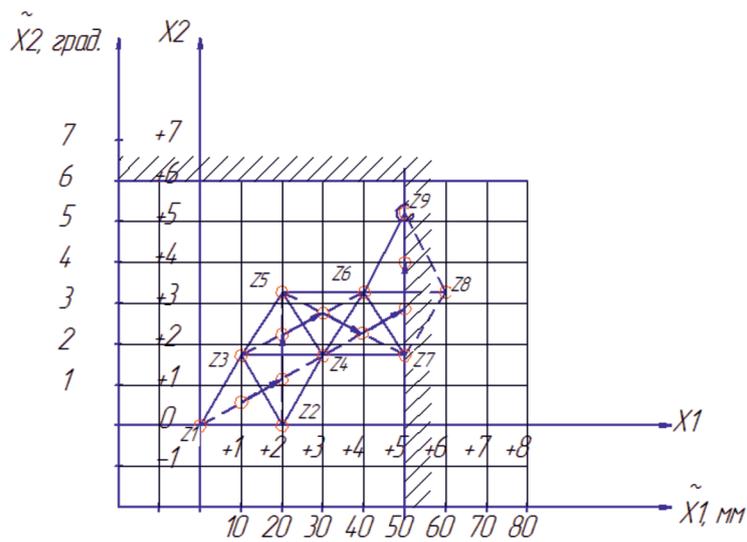
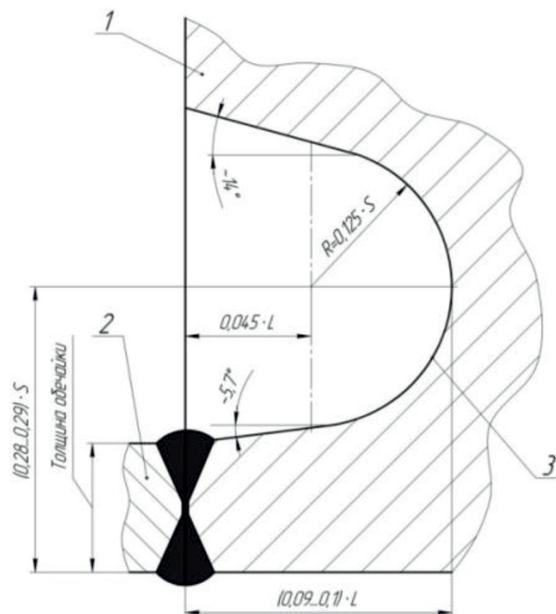


Рис. 4. Движение симплекса при оптимизации формы кольцевых фасонных проточек

Рис. 5. Оптимальная форма фасонной кольцевой проточки на торцевой поверхности бандажа, где L – длина бандажа; S – толщина бандажа

Для последующей сборки бандаж 1 вращающейся печи и элементы кольцевых обечаек 2, устанавливаются на специальный стенд (рис. 6), осуществляют выверку их взаимного расположения и последующую сварку. Собранный таким образом бандаж в дальнейшем устанавливают на опору

печи и сваривают с корпусом печи. Таким образом, бандаж плавающего типа без какой-либо транспортировки на специализированные машиностроительные предприятия реконструирован во вварной тип, что при минимальных затратах позволяет существенно повысить его качество.



Рис. 6. Бандаж с кольцевыми обечайками на специальном стенде для их сварки

Список литературы

1. Банит Ф.Г., Механическое оборудование цементных заводов. – М.: Машиностроение, 1975. – 317 с.
2. Пелипенко Н.А. Исследование износа венцовой и подвенцовой шестерен, опорных роликов и бандажей, изготовленных Катав-Ивановским литейно-механическим заводом для вращающихся печей. Отчет о НИР заключительный. Белгородский технологический институт строительных материалов. № ГР 76048200. 1976. – 182 с.
3. Шрубченко И.В., Мурыгина Л.В., Щетинин Н.А. Технологический процесс реконструкции бандажей типа «П» в тип «В» // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2014. – № 1. – С. 73–77.
4. Биргер И.А., Расчет на прочность деталей машин. Справочник. 3-е изд.: Машиностроение, 1979. – 702 с.
5. Хартман К., Лецки Э., Шефер В., Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов. – Мир, 1977. – 522 с.
6. Егоров М.Е., Технология машиностроения. – Высшая школа, 1975. – 534 с.
7. Елизаветин М.А., Технологические способы повышения долговечности машин. – Машиностроение, 1969. – 398 с.
8. Калашников А.Т., Специальный станок для проточки опорных роликов вращающихся печей / Совершенствование оборудования предприятий по производству строительных материалов: сб. материалов конф. МИСИ им. В.В. Куйбышева. – БТИСМ, 1985. – С. 89–92.
9. CLIMAX. Мобильные станки для механической обработки [Электронный документ]. URL.: http://clm-nt.ru/files/Climax_Produnkt_12p_RU.pdf. (дата обращения 17.09.2014).
10. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений. – Машиностроение, 1983. – 276 с.

References

1. Banit F.G., Mechanical equipment of cement plants. M. Engineering, 1975. 317 p.

2. Pelipenko N.A. Study and wear the crown podventsovoy gears, rollers and tires made Katav-Ivanovsky Foundry-Mechanical Plant for rotary kilns. The final research report. Belgorod Technological Institute of Building Materials. № GR 76048200. 1976. 182 p.
3. Shrubchenko I.V., Murygina L.V., Schetinin N.A. The technological process of reconstruction of tires such as «P» in type «B» // Bulletin of BSTU Shukhov. 2014. no 1, pp. 73–77.
4. Birger I.A., Strength analysis of machine parts. Directory.: Engineering, 1979. 702 p.
5. Hartman K., Letski E., Schaefer V. Experimental Design in the study of processes. Mir, 1977. 522 p.
6. Egorov M.E. Mechanical Engineering. High School, 1975. 534 p.
7. Elizavetin M.A. technological ways to improve the durability of machines. Engineering, 1969. 398 p.
8. Kalashnikov A.T. Special machine for grooving of rollers rotating furnaces / Improvement of equipment of the construction materials.: Sat. Materials Conf. MICE. V.V. Kuibyshev Univ BTISM. 1985. pp. 89–92.
9. CLIMAX. Mobile machines for machining [electronic document]. URL: http://clm-nt.ru/files/Climax_Produnkt_12p_RU.pdf. (date accessed 09/17/2014).
10. Korsakov V.S. Basics of designing tools. Engineering, 1983. 276 p.

Рецензенты:

Шарапов Р.Р., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Подъемно-транспортные и дорожные машины», БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород;

Пастухов А.Г., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой общетехнических дисциплин, ФГБОУ ВПО Белгородской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Я. Горина, пос. Майский.

Работа поступила в редакцию 05.12.2014.

УДК 541.123.7, 621.18

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-РАСЧЕТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫРАВНИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПОГРУЖЕННОГО ДЫРЧАТОГО ЛИСТА ПЕРЕМЕННОЙ ПЕРФОРАЦИИ

¹Емельянов Д.А., ²Мелихов В.И., ¹Мелихов О.И., ¹Никонов С.М., ¹Парфенов Ю.В.

¹Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт»,
Москва, e-mail: NikonovSM@mpei.ru;

²ОАО «Электрогорский научно-исследовательский центр по безопасности АЭС»,
Электрогорск, e-mail: vladimir.melikhov@erec.ru

В настоящей статье представлены результаты расчетно-экспериментального исследования выравнивания паровой нагрузки с помощью погруженного дырчатого листа (ПДЛ) переменной перфорации. Были выполнены эксперименты на стенде ПГВ, в которых использовался ПДЛ неравномерной перфорации (4,1%, 8,3%) и применялась неравномерная подача пара. Полученные опытные данные были использованы для валидации и усовершенствования расчетного кода STEG, предназначенного для численного моделирования теплогидравлических процессов в парогенераторе. В результате этой работы была существенно улучшена модель межфазного сопротивления, используемая в коде STEG. Валидационные расчеты усовершенствованным кодом STEG дали приемлемое согласие опытных и расчетных данных. Расчеты экспериментов на стенде ПГВ с помощью кода STEG выявили повышение коэффициента остаточной неравномерности при использовании ПДЛ с неравномерной перфорацией. Расчетным путем была определена комбинация листов с различной перфорацией, которая дает минимальный коэффициент остаточной неравномерности.

Ключевые слова: погруженный дырчатый лист, двухфазное течение, выравнивание паровой нагрузки, объемное паросодержание, межфазное сопротивление

EXPERIMENT-CALCULATED RESEARCH OF LEVELLING CAPACITY OF SUBMERGED PERFORATED SHEET WITH NONUNIFORM PERFORATION

¹Emelianov D.A., ²Melikhov V.I., ¹Melikhov O.I., ¹Nikonov S.M., ¹Parfenov Y.V.

¹National Research University «Moscow Power Engineering Institute»,
Moscow, e-mail: NikonovSM@mpei.ru;

²JSC «Electrogorsk Research and Engineering Center of Nuclear Power Plants Safety»,
Electrogorsk, e-mail: vladimir.melikhov@erec.ru

Results of experiment-calculated research of levelling capacity by usage submerged perforated sheet with nonuniform perforation are reported in current article. Experiments with nonuniform perforation (4,1%, 8,3%) and nonuniform steam-feeding were performed. Received experimental data was used for validation and improving of calculating code STEG that is used for computational modeling of thermo-hydraulic processes in steam-generator. As a result of this, interfacial resistance model in code STEG was substantially improved. Validation calculations using improved code STEG have shown acceptable fit of experimental and calculation data. Calculations of experiments on PGV test facility using code STEG have revealed increasing of residual unevenness factor while using PGV with nonuniform perforation. By calculations was received combination of sheets with nonuniform perforation that gives minimal residual unevenness factor.

Keywords: submerged perforated sheet, two-phase flow, steam demand levelling, hydraulic friction, void fraction

Увеличение мощности парогенераторов (ПГ) АЭС с ВВЭР требует усовершенствования их сепарационной схемы и, в частности, погруженного дырчатого листа (ПДЛ). Для применения в настоящее время ПДЛ с равномерной перфорацией 7,3% остаточная неравномерность нагрузки составляет 1,25, а локальная скорость пара на зеркале испарения достигает величины около 0,43 м/с. При таких скоростях влажность пара при максимальном уровне воды над ПДЛ 250 мм приближается к предельно допустимой [1]. Для уменьшения локальной скорости выхода пара с зеркала испарения и снижения влажности пара на выходе из паропровода парогенератора предложено использование переменной перфорации ПДЛ, которая позволит снизить неравномерность нагрузки зеркала испарения по сечению па-

рогенератора [1, 2]. В статье [2] приведена приближенная методика расчета переменной перфорации погруженного дырчатого листа горизонтального парогенератора для обеспечения выравнивания нагрузки зеркала испарения. В качестве примера выполнен расчет переменной перфорации ПДЛ парогенератора ПГВ-1500. В заключении работы [2] говорится о необходимости проведения экспериментальных исследований этого вопроса на специально созданном стенде.

В настоящей работе приведены результаты экспериментальных исследований выравнивающей способности ПДЛ переменной перфорации на стенде ПГВ при неравномерной подаче пара. Полученные опытные данные были использованы для валидации и усовершенствования расчетного кода STEG. С помощью усовершенство-

ванного кода были выполнены поисковые расчеты с целью определения наилучшей комбинации дырчатых листов различной перфорации для обеспечения минимальной остаточной неравномерности нагрузки.

Цель работы: выполнение экспериментально-расчетных исследований выравнивающей способности ПДЛ переменной перфорации.

Материалы и методы исследования

В настоящем исследовании был использован стенд ПГВ, на котором воспроизводятся натурные термодинамические параметры парогенераторов АЭС с ВВЭР, его описание приведено в [3].

Экспериментальная модель представляет собой поперечную «вырезку» натурального парогенератора ПГВ-1000, размещенную вдоль горизонтальной оси сосуда высокого давления (СВД) диаметром 1670 мм. Длина нижней части модели 2450 мм, ширина модели 100 мм. Вертикальные размеры модели равны натурным.

Сепарационная схема модели включает в себя основные элементы сепарационной схемы натурального ПГ: ПДЛ расположен в нижней части модели, пароприемный дырчатый щит (ППДЩ) расположен в верхней части модели. ПДЛ перфорирован отверстиями \varnothing 13 мм, ППДЩ перфорирован отверстиями \varnothing 10 мм. С целью моделирования неравномерности паровой нагрузки в ПГ, паровой коллектор был разделен с помощью перегородки на «горячую» и «холодную» половины с отдельной подачей пара. Перфорация ПДЛ на «горячей» стороне составляла 4,1%, а на «холодной» стороне – 8,3%. Перфорация ППДЩ равномерная, ее относительное живое сечение 4,5%. Для обеспечения в модели ПГ изменения скорости пара по высоте парового объема такого же, как в натурном ПГ паровой объем модели спрофилирован подобно профилю корпуса натурального ПГ.

Конструктивная высота парового объема (расстояние между ПДЛ и ППДЩ) в модели составляет 1100 мм, что практически соответствует натурной высоте парового объема ПГ.

В нижней части модели на расстоянии 200 мм от ПДЛ расположен имитатор трубного пучка, состоящий из трех рядов трубок наружным диаметром 16 мм. На расстоянии 20 мм от нижнего ряда трубок имитатора теплообменного пучка расположен прямоугольный коллектор для подачи пара в модель.

Определение выравнивающей способности листов ПДЛ выполняется с помощью измерения перепада давления ПДЛ по его длине в четырех точках с отборами над и под ПДЛ. Для определения величин истинного объемного паросодержания используется гидростатический метод. Под ПДЛ измеряются объемные паросодержания: одно на «горячей» половине и одно на «холодной» половине. Аналогично над ПДЛ также имеются по одному измерению объемного паросодержания на каждой половине листа.

Давление и температура в сосуде высокого давления измеряется в паропроводе выхода пара из сосуда высокого давления.

Результаты исследования и их обсуждение

На стенде ПГВ были проведены эксперименты по исследованию выравнива-

ющей способности ПДЛ неравномерной перфорацией.

Расходы подаваемого пара составляли 5,14–5,36 т/ч на «горячую» сторону и 1,85–1,91 т/ч на «холодную» сторону, средняя приведенная скорость на зеркале испарения была около 0,27 м/с. Давление в СВД равнялось 7 МПа.

Типичные значения перепадов давления на ПДЛ равнялись 900–1000 Па на «горячей» стороне и 300–600 Па на «холодной» стороне. Объемное паросодержание под ПДЛ было около единицы на «горячей» половине, и ~0,6 на «холодной» половине. Полученные опытные данные были использованы для валидации расчетного кода STEG.

Код STEG [4, 5] был разработан для трехмерного математического моделирования двухфазной теплогидравлики и переноса примесей в объеме парогенератора. Код основан на двухскоростной, двухтемпературной модели пароводяной смеси. Течения в трубном пучке парогенератора описываются с помощью модели пористого тела. Для численного интегрирования определяющих уравнений применяется конечно-объемный численный метод. Описание межфазного силового взаимодействия осуществляется с помощью одной из трех моделей, внедренных в код STEG. В настоящем исследовании использовалась модель [6].

Расчеты экспериментальных режимов, выполненных на стенде ПГВ с помощью текущей версии кода STEG [5], выявили существенные расхождения между расчетными и опытными результатами. В связи с этим была проведена большая работа по корректировке описания межфазного силового взаимодействия. Была введена корректирующая параболическая функция вида:

$$\frac{C_{i,mod}}{C_i} = 1 - A \left\{ 1 - \left[\frac{\varphi - 0,5(\psi_l + \psi_r)}{0,5(\psi_r - \psi_l)} \right]^2 \right\}, (1)$$

где φ – объемное паросодержание, C_i – коэффициент межфазного сопротивления, определяемый по исходной модели [6], $C_{i,mod}$ – скорректированный коэффициент межфазного сопротивления. В корректирующую функцию входит параметр A , который определяет масштаб и направление изменения: если $0 < A < 1$, то $C_{i,mod} < C_i$, если $A < 0$, то $C_{i,mod} > C_i$. Параметры ψ_l и ψ_r определяют область корректировки ($\psi_l < \varphi < \psi_r$). С целью усиления корректирующего действия в определенных случаях использовались значения $\psi_l < 0$ и $\psi_r > 1$. В этих случаях корректировка осуществлялась во всей области $0 < \varphi < 1$.

Были проведены параметрические расчеты экспериментальных режимов, в которых систематически менялись параметры A , ψ_1 , ψ_r . Анализ их результатов показал, что для адекватного воспроизведения в расчетах двухфазного течения в экспериментальной модели стенда ПГВ необходимы следующие параметры корректирующей функции:

- в области над ПДЛ, $A = 0,99$, $\psi_1 = 0,6$, $\psi_r = 1,1$;

- в области под ПДЛ, $A = -16$, $\psi_1 = 0,3$, $\psi_r = 0,8$.

Таким образом, в области над ПДЛ модель межфазного сопротивления [6] существенно завышает межфазное сопротивление. Видимо, это связано с тем, что пузырьки пара после прохождения ПДЛ проходят значительное расстояние в следе друг друга, что вызывает уменьшение межфазного сопротивления, не учитываемое в [6].

В области под ПДЛ двухфазные течения имеют сложный двумерный характер, вызванный, с одной стороны, восходящим течением пара, а с другой стороны, – поперечным перетеканием двухфазного потока с «горячей» стороны на «холодную» вследствие различного гидросопротивления ПДЛ на «горячей» и «холодной» половинах. При этом в области между верхней кромкой трубного пучка и ПДЛ существенно меняется величина объемного паросодержания. Модель [6] основана на рассмотрении для данного случая эмульсионного режима течения двухфазной среды, что, видимо, недостаточно для описания рассматриваемого случая.

С установленными параметрами были выполнены валидационные расчеты. Типичная картина течения двухфазной среды в рабочем участке стенда ПГВ представлена на рис. 1.

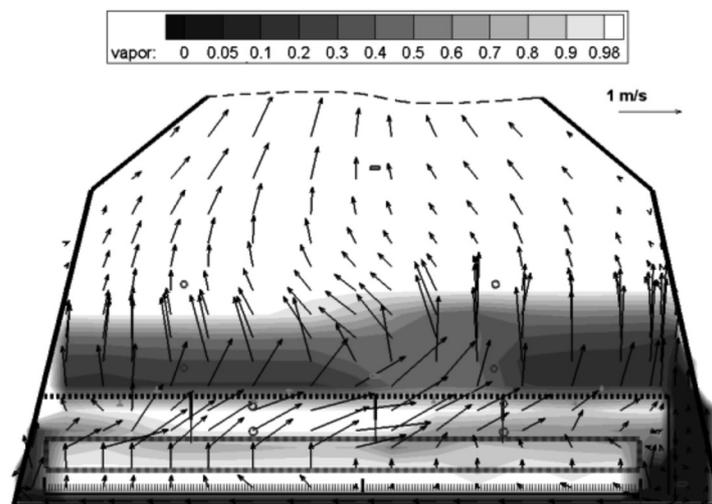


Рис. 1. Распределение объемного паросодержания и поле скорости пара

Валидационные расчеты экспериментальных режимов с помощью усовершенствованного кода STEG показали приемлемое совпадение опытных и расчетных данных.

С помощью валидированного кода STEG был проведен дополнительный анализ выполненных экспериментов на стенде ПГВ. Было показано, что интегральное выравнивание расхода пара на ПДЛ (общее количество пара, перетекшего с «горячей» стороны на «холодную») в случае использования неравномерной перфорации ПДЛ (4,1%, 8,3%) примерно в два раза больше, чем в случае использования ПДЛ равномерной перфорации (5,7%). Однако было показано, что коэффициент остаточной неравномерности (отношение максимальной приведен-

ной скорости пара над ПДЛ к средней скорости пара на зеркале испарения) в случае ПДЛ неравномерной перфорацией на ~30% выше, чем для ПДЛ равномерной перфорации. Этот результат иллюстрируется на рис. 2, где показаны приведенные скорости пара на ПДЛ для случаев равномерной и неравномерной перфорации.

Причина увеличения коэффициента остаточной неравномерности заключается в том, что «горячая» сторона ПДЛ (4,1%) «запирает» пар, заставляя его значительную часть двигаться на «холодную» сторону ПДЛ (8,3%). Достигнув «холодной» стороны ПДЛ с высокой степенью перфорации, поток сразу же устремляется вверх вследствие уменьшения гидросопротивления ПДЛ.

Были выполнены варианты расчетов с целью поиска ПДЛ, обеспечивающего наилучшее выравнивание паровой нагрузки. Было получено, что использование ПДЛ, состоящего из четырех листов с различной

перфорацией (4,8%, 4,3%, 5,9%, 8,3%), для которого среднее значение перфорации равно 5,8%, приводит к уменьшению коэффициента остаточной неравномерности (см. рис. 3).

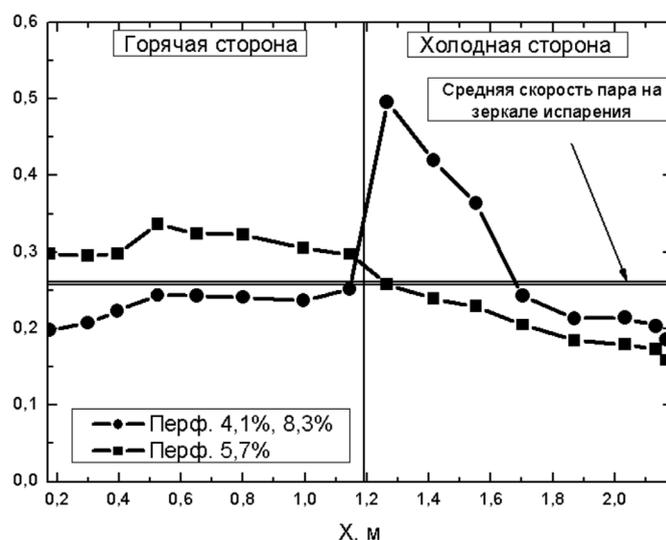


Рис. 2. Распределение приведенной скорости пара вдоль ПДЛ

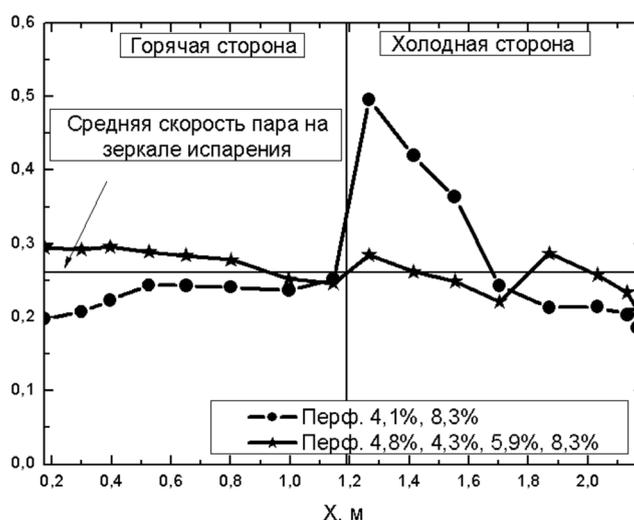


Рис. 3. Распределение приведенной скорости пара вдоль ПДЛ

Выводы

Выполнены эксперименты по исследованию выравнивания паровой нагрузки ПДЛ неравномерной перфорации. Полученные опытные данные были использованы для валидации и усовершенствования расчетного кода STEG.

Расчеты экспериментов на ПГВ исходной версией кода STEG показали плохое совпадение с экспериментальными данными.

Была проведена модификация модели межфазного сопротивления:

- 1) в области над ПДЛ сопротивление уменьшено во всем диапазоне паросодержаний;
- 2) в области под ПДЛ сопротивление увеличено лишь в переходной области с максимумом при $\phi = 0,55$.

Определены оптимальные параметры модифицированной модели межфазного

сопротивления на основе сопоставления результатов расчетов с опытными данными, полученными на стенде ПГВ.

Проведена валидация новой версии кода STEG на экспериментальных данных стенда ПГВ, показавшая приемлемое совпадение опытных и расчетных данных.

Проведен анализ экспериментов по выравнивающей способности ПДЛ с помощью новой версии кода STEG, который позволил получить новую важную информацию по закономерностям выравнивания паровой нагрузки.

Было установлено, что переход с равномерной перфорации на неравномерную, с одной стороны, обеспечивает лучшее интегральное выравнивание (суммарный расход с горячей половины примерно равен суммарному расходу с холодной половины), но с другой стороны, при этом ухудшаются значения скорости пара вблизи границы смыкания пластин с разной степенью перфорации. Расчетным анализом показана возможность улучшения выравнивающего эффекта ПДЛ при использовании листов с различной перфорацией.

Работа выполнена по государственному заданию № 13.1544.2014/К Министерства образования и науки РФ, а также при поддержке РФФИ (проект № 14-08-00388).

Список литературы

1. Трунов Н.Б., Лукасевич Б.И., Сотсков В.В., Харченко С.А. Прошлое и будущее горизонтальных парогенераторов // Вопросы атомной науки и техники, Серия: «Обеспечение безопасности АЭС». – 2006. – Вып. 17. – С. 15–34.
2. Трунов Н.Б., Сотсков В.В., Агеев А.Г., Васильева Р.В. Расчетное обоснование сепарационной схемы парогенератора ПГВ-1500 // Вопросы атомной науки и техники, Серия: «Обеспечение безопасности АЭС». – 2006. – Вып. 13. – С. 43–50.
3. Емельянов Д.А., Мелихов В.И., Мелихов О.И., Никонен С.М. Исследование двухфазной гидродинамики по-

груженного дырчатого листа // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11. – С. 56–60.

4. Мелихов В.И., Мелихов О.И., Урбан Т.В. Математическое моделирование теплогидравлических процессов в горизонтальном парогенераторе ПГВ-1000 // Теплоэнергетика. – 2002. – № 5. – С. 70–74.

5. Мелихов В.И., Мелихов О.И., Парфенов Ю.В. Математическое моделирование теплогидравлических процессов в парогенераторе с помощью кода STEG // Новое в российской энергетике. – 2008. – № 8. – С. 21–33.

6. Simovic Z.R., Ocokoljic S., Stefanovic V.D. «Interfacial friction correlations for the two-phase flow across tube bundles», International Journal of Multiphase Flow 33 (2007) 217–226.

References

1. Trunov N.B., Lukasevich B.I., Sotсков V.V., Harchenko S.A. Proshloe i budushee gorizontálnih parogeneratorov // Voprosi atomnoj nauki i tekhniki, Seriya: «Obespechenie bezopasnosti AES», 2006, Vip. 17, pp.15–34.
2. Trunov N.B., Sotсков V.V., Ageev A.G., Vasileva R.V. Raschetnoe obosnovanie separacionnoj shemi parogeneratora PGV-1500 // Voprosi atomnoj nauki i tekhniki, Seriya: «Obespechenie bezopasnosti AES», 2006, Vip. 13, pp. 43–50.
3. Emelianov D.A., Melikhov V.I., Melikhov O.I., Nikonov S.M. Issledovanie dvuhfaznoj gidrodinamiki pogruzhennogo dirchatogo lista // Fundamentalnie issledovaniya, 2014, no 11, pp. 56–60.
4. Melikhov V.I., Melikhov O.I., Urban T.V. Matematicheskoe modelirovanie teplogidravlicheskih processov v gorizontálnom parogeneratorе PGV-1000 // Teploenergetika, 2002, no 5, pp. 70–74.
5. Melikhov V.I., Melikhov O.I., Parfenov Y.V. Matematicheskoe modelirovanie teplogidravlicheskih processov v parogeneratorе s pomoshyu koda STEG // Novoe v rossijskoj energetike, 2008, no 8, pp. 21–33.
6. Simovic Z.R., Ocokoljic S., Stefanovic V.D. «Interfacial friction correlations for the two-phase flow across tube bundles», International Journal of Multiphase Flow 33 (2007) 217–226.

Рецензенты:

Гашенко В.А., д.т.н., заместитель директора по научной работе – начальник Управления НИР и НИОКР в области водной химии, АО «ЭНИЦ», г. Электрогорск;

Соболева Е.Б., д.ф.-м.н., старший научный сотрудник, ФГБУН ИПМех РАН, г. Москва.

Работа поступила в редакцию 05.12.2014.

УДК 517.925

**МНОГОПЕРИОДИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ КВАЗИЛИНЕЙНОЙ СИСТЕМЫ
УРАВНЕНИЙ В ЧАСТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ПЕРВОГО ПОРЯДКА**

Мухамбетова А.А., Сартабанов Ж.А.

*Актюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова,
Актобе, e-mail: amina-15@mail.ru*

Объектом исследования настоящей работы являются квазилинейные системы уравнений с линейными дифференциальными операторами в частных производных первого порядка и с коэффициентами, зависящими от характеристик. Ставится задача об исследовании существования и единственности многопериодического решения квазилинейной системы. Для решения данной задачи используется метод приведения к каноническому виду матрицы системы на основе линейного преобразования. В работе устанавливаются условия, при которых собственные функции матрицы системы обладают свойствами многопериодичности и гладкости, получены условия приводимости дифференциальной системы к каноническому виду, условия существования и единственности многопериодического решения квазилинейной системы уравнений в частных производных первого порядка, в терминах собственных значений и функции Грина. Доказательство существования многопериодического решения уравнения канонического вида приводится на основе принципа неподвижных точек для оператора, определенного в пространстве непрерывно дифференцируемых функций, ограниченных по норме. Записано интегральное представление решения.

Ключевые слова: квазилинейные уравнения, собственные значения, матрица преобразования, каноническая форма, периодическое решение

**MULTIPERIODIC SOLUTIONS OF QUASI-LINEAR SYSTEM
IN THE FIRST ORDER PARTIAL DERIVATIVES**

Mukhambetova A.A., Sartabanov Z.A.

K. Zhubanov Aktobe Regional State University, Aktobe, e-mail: amina-15@mail.ru

Object of research of this paper are quasi-linear systems of equations with linear differential operators of the first order partial derivatives with coefficients depending only on the characteristics. The task of research the existence and uniqueness of multiperiodic solutions of quasi-linear system. To solve this problem, we use the method of reduction to canonical form of matrix system by the linear transformation. We establish conditions in which the eigenfunctions of matrix system have properties of multiperiodic and smoothness, obtained the conditions for reducibility of differential system to the canonical form, conditions of the existence and uniqueness of multiperiodic solution of quasi-linear system of equations of the first order partial derivatives in terms of eigenvalues and Green's function. Proof of the existence multiperiodic solution of equation of canonical form is given on the basis of fixed points for the operator defined in the space of continuously differentiable functions, bounded by norm. Integral representation of the solution is presented.

Keywords: quasi-linear equations, eigenvalues, the transformation matrix, the canonical form, the periodic solution

Рассмотрим систему квазилинейных уравнений вида

$$D_e x = A(\sigma)x + f(\tau, t, \sigma, x) \quad (1)$$

с дифференциальным оператором

$$D_e = \frac{\partial}{\partial t} + \left\langle e, \frac{\partial}{\partial t} \right\rangle, \quad (2)$$

где $A(\sigma)$ – гладкая и периодическая по $\sigma \in R^m$ с вектор-периодом $\omega = (\omega_1, \dots, \omega_m)$ $n \times n$ – матрица

$$A(\sigma + k\omega) = A(\sigma) \in C^{(1)}(R^m), \quad k \in Z^m, \quad (3)$$

$k = (k_1, \dots, k_m) \in Z \times \dots \times Z = Z^m$, Z – множество целых чисел, $k\omega = (k_1\omega_1, \dots, k_m\omega_m)$ – кратный вектор-период, $\tau \in (-\infty, +\infty) = R$, $t = (t_1, \dots, t_m) \in R \times \dots \times R = R^m$,

$\frac{\partial}{\partial t} = \left(\frac{\partial}{\partial t_1}, \dots, \frac{\partial}{\partial t_m} \right)$ – символический вектор,

$e = (1, \dots, 1) - m$ – вектор, $\langle \cdot, \cdot \rangle$ – знак скалярного произведения векторов, $\sigma = t - et$ – базовая характеристика оператора D_e .

Предполагается, что вектор-функция $f(\tau, t, \sigma, x)$ обладает свойствами:

$$f(\tau + \theta, t + q\omega, \sigma + q\omega, x) = f(\tau, t, \sigma, x) \in C^{(0,2,2,2)}_{\tau,t,\sigma,x}(R \times R^m \times R^m \times R^n) \quad (4)$$

$$\left| \frac{\partial f}{\partial x}(\tau, t, \sigma, x) \right| \leq L = const > 0 \quad (5)$$

При условиях (3)–(5) начальная задача Коши имеет единственное решение с глобальной продолжительностью.

Ставится задача об исследовании существования и единственности (Θ, ω, ω) – периодических решений $x = x(\tau, t, \sigma)$

квазилинейной системы (1) в терминах собственных значений матрицы $A(\sigma)$ путем приведения к каноническому виду.

Линейной неособенной заменой:

$$x = B(\sigma)y \quad (6)$$

с $(n \times n)$ -матрицей $B(\sigma)$ из такого же класса что и $A(\sigma)$ систему (1) приводим к системе:

$$D_\epsilon y = B^{-1}(\sigma)A(\sigma)B(\sigma)y + g(\tau, t, \sigma, y), \quad (7)$$

где $g(\tau, t, \sigma, y) = B^{-1}(\sigma)f(\tau, t, \sigma, B(\sigma)y)$.

Очевидно, что если возможно выбрать матрицу $B(\sigma)$ так, чтобы матрица подобия

$$I(\sigma) = B^{-1}(\sigma)A(\sigma)B(\sigma) \quad (8)$$

имела жорданову каноническую форму, то поставленная задача для системы (1) решалась бы довольно просто. В связи с этим возникает необходимость рассмотрения вопроса о приведении гладкой многопериодической матрицы (3) к жордановой канонической форме $I(\sigma)$ преобразованием подобия (8).

Задача такого характера рассматривалась в связи с различными проблемами теории дифференциальных уравнений в работах [1]–[9].

В дальнейшем точки $t \in R^m$ и $t + k\omega$, $k \in Z^m$ рассматриваются как идентичные. Совокупность таких точек T^m называется m -мерным тором. Справедливы следующие леммы.

Лемма 1. Если уравнение $\det[\lambda E - A(t)] = 0$ при условии (3) имеет l различных собственных значений $\lambda_\alpha(t)$, $\alpha = \overline{1, l}$ с независимыми от $t \in R^m$ кратностями n_α , то собственные функции $\lambda_\alpha(t)$ обладают свойствами многопериодичности и гладкости.

Лемма 2. Если выполнены условия леммы 1 и ранг r_α матрицы $\lambda_\alpha(t)E - A(t)$ не зависит от $t \in T^m$ при каждом $\alpha = \overline{1, l}$, то матрица $A(t)$ подобна матрице

$$B(t) = P(t)A(t)P^{-1}(t) = \left\| \begin{array}{c|c} \lambda_1(t) & 0 \\ \hline b(t) & B_0(t) \end{array} \right\| \quad (9)$$

с некоторой неособенной матрицей преобразования $P(t) \in C^{(1)}(T^m)$, где $\lambda_1(t)$ – собственная функция матрицы $A(t)$, 0 – нулевая строка, $b(t)$ – вектор-функция, $B_0(t)$ – квадратная матрица порядка $(n-1)$, причем $b(t) \in C^{(1)}(T^m)$ и $B_0(t) \in C^{(1)}(T^m)$.

Далее, предположим, что матрица $B_0(t)$ из (8) приводится к ω -периодической гладкой жордановой канонической форме $J(t) \in C^{(1)}(T^m)$ периодическим гладким преобразованием подобия:

$$P_0(t)B_0(t)P_0^{-1}(t) = J(t), \quad (10)$$

где $P_0(t) \in C^{(1)}(T^m)$, $\det P_0(t) \neq 0$, $t \in T^m$, $J(t) = \text{diag}[J_2(\lambda_2(t)), \dots, J_l(\lambda_l(t))]$ – жорданова форма с n_α – клетками вида

$$J_\alpha(\lambda_\alpha(t)) = H_\alpha + \lambda_\alpha(t)E_\alpha, \quad \alpha = \overline{2, l},$$

H_α – матрица, у которой поддиагональные элементы – единицы, а остальные – нули, E_α – единичная матрица.

Теорема 1. Пусть выполнены условия леммы 2 и условие (9), тогда матрица $A(t)$ ω -периодическим гладким преобразованием подобия приводится к виду

$$Q(t)A(t)Q^{-1}(t) = \left\| \begin{array}{c|c} \lambda_1(t) & 0 \\ \hline a(t) & J(t) \end{array} \right\|, \quad (11)$$

где

$$a(t) = P_0(t)b(t) \in C^{(1)}(T^m).$$

Рассмотрим матрицу

$$\Lambda(t) = \left\| \begin{array}{c|c} \lambda_1(t) & 0 \\ \hline a(t) & J_2(\lambda_2(t)) \end{array} \right\|, \quad (12)$$

где $\lambda_1(t)$, $\lambda_2(t)$ – скалярные функции, $a(t) = (a_1(t), \dots, a_n(t))$ – столбцовая вектор-функция, $J_2(\lambda_2(t))$ – жорданова $n \times n$ – клетка, соответствующая $\lambda_2(t)$, $t \in T^m$.

Лемма 3. Если $\lambda_1(t) \neq \lambda_2(t)$, $a(t) \in C^{(1)}(T^m)$, то матрица (11) ω -периодической гладкой матрицей $Q(t)$ приводится к жордановой канонической форме:

$$Q^{-1}(t)\Lambda(t)Q(t) = J(t), \quad (13)$$

где $J(t) = \text{diag}[\lambda_1(t), J_2(t), \lambda_2(t)]$ и $Q(t)$ – матрица преобразования вида:

$$Q(t) = \left\| \begin{array}{c|c} 1 & 0 \\ \hline q(t) & E \end{array} \right\| \in C^{(1)}(T^m) \quad (14)$$

с единичной n – матрицей E и неизвестной столбец-функцией $q(t) = (q_1(t), \dots, q_n(t))$.

Далее, для обобщения леммы 3 рассмотрим матрицу

$$\Lambda(t) = \left\| \begin{array}{c|c} \lambda_1(t) & 0 \\ \hline a(t) & J(t) \end{array} \right\|, \quad (15)$$

где $\lambda_1(t)$ – скалярная функция, $J(t) = \text{diag}[J_2(\lambda_2(t)), \dots, J_s(\lambda_s(t))]$ – $J_\alpha(\lambda_\alpha(t))$ – $n_\alpha \times n_\alpha$ – клетки Жордана, $a(t) = (a_2(t), \dots, a_s(t))$ – заданные вектор-функции, $n_2 + \dots + n_s = n$.

Лемма 4. Если $\lambda_1(t) \neq \lambda_\alpha(t)$, $a_\alpha(t) \in C^{(1)}(T^m)$, $\alpha = \overline{2, s}$, то матрица (16) подобна матрице:

$$\text{diag}[\lambda_1(t), J(t)] = P(t)\Lambda(t)P^{-1}(t) \quad (15)$$

с некоторой неособенной матрицей

$$P(t) = \left\| \begin{array}{c|c} 1 & 0 \\ \hline p(t) & E \end{array} \right\| \in C^{(1)}(T^m), \quad (17)$$

где $p(t) = (p_2(t), \dots, p_s(t))$, $p_\alpha(t) = p_{\alpha 1}(t), \dots, p_{\alpha n_\alpha}(t)$ – вектор – функции, $\alpha = 2, s$.

Теорема 2. Пусть выполнены условия леммы 2 и матрица $A(t)$ имеет различные собственные значения, тогда существует неособенная матрица преобразования $P(t) \in C^{(1)}(T^m)$ такая, что

$$P^{-1}(t)A(t)P(t) = J(t), \quad (18)$$

где $J(t)$ – жорданова каноническая матрица.

Для доказательства теоремы используем метод математической индукции.

Таким образом, на основе лемм 1–4 и теорем 1, 2 система (1) приводится к каноническому виду

$$D_\epsilon y = J(\sigma)y + g(\tau, t, \sigma, y), \quad (19)$$

$$y(\tau, t, \sigma) = \int_{-\infty}^{+\infty} G(\tau - s, \sigma) g(\sigma, t - \epsilon\tau + \epsilon s, \sigma, x(s, t - \epsilon\tau + \epsilon s, \sigma)) ds. \quad (21)$$

Тогда в силу замены (5) система (1) имеет единственное (θ, ω) решение.

Таким образом, имеем основную теорему.

Теорема 3. Пусть наряду с условиями теоремы 2 выполнены условия (4), (5) и (20). Тогда система (1) при достаточно малом $L > 0$ имеет единственное (τ, ω, ω) – периодическое решение

$$Qy(\tau, t, \sigma) = \int_{-\infty}^{+\infty} G(\tau - s, \sigma) g(\sigma, t - \epsilon\tau + \epsilon s, \sigma, x(s, t - \epsilon\tau + \epsilon s, \sigma)) ds,$$

определенного в пространстве непрерывно дифференцируемых функций $y(\tau, t, \sigma)$, ограниченных по норме:

$$\|y\|_1 = \|y\| + \left\| \frac{\partial y}{\partial \tau} \right\| + \sum_{\alpha=1}^m \left\| \frac{\partial y}{\partial t_\alpha} \right\| \text{ положительным}$$

числом Δ , где $\|\cdot\|$ – знак нормы, максимизирующей модуль вектор-функции.

Список литературы

1. Вазов В.А. Асимптотические разложения решений обыкновенных дифференциальных уравнений. – М.: Мир, 1968. – 464 с.
2. Мухамбетова А.А. Устойчивость линейных уравнений в частных производных второго порядка с колебатель-

Матрица $J(\sigma)$ имеет диагональный вид

$$J(\sigma) = \text{diag}[\lambda_1(\sigma), \dots, \lambda_n(\sigma)],$$

причем предположим, что все собственные значения $\lambda_\alpha(\sigma), \alpha = \overline{1, n}$ действительно значащие различные и спектр не содержит нуля:

$$|\lambda_\alpha(\sigma)| \geq \delta = \text{const} > 0, \sigma \in R^m, \alpha = \overline{1, n} \quad (20)$$

При условии (20) система (19) дихотомична и задача о ее многопериодическом решении имеет функцию Грина $G(\tau - s, \sigma)$, которая обладает свойствами:

$$1^0. D_\epsilon G(\tau - s, \sigma) = J(\sigma)G(\tau - s, \sigma), \tau \neq s,$$

$$2^0. G(0+, \sigma) - G(0-, \sigma) = E,$$

$$3^0. G(\tau - s, \sigma + q\omega) = G(\tau - s, \sigma), \tau - s \in R, \sigma \in R^m, q \in Z^m,$$

$$4^0. |G(\tau - s, \sigma)| \leq \Gamma e^{-\gamma|\tau - s|},$$

где E – единичная матрица, $\Gamma \geq 1, \gamma > 0$ – некоторые постоянные.

Тогда задача о многопериодическом решении системы (19) имеет единственное решение $y(\tau, t, \sigma)$. Это решение определяется из интегрального уравнения:

$$x(\tau, t, \sigma) = B(\sigma)y(\tau, t, \sigma),$$

где $y(\tau, t, \sigma)$ есть решение системы (19), определяемое интегральным уравнением (21).

Заметим, что доказательство существования решения уравнения (21) приводится на основе принципа неподвижных точек для оператора

ными коэффициентами. Международный журнал экспериментального образования. – 2013. – № 4. – С. 120–124.

3. Мухамбетова А.А., Сартабанов Ж.А. Об ограниченности решений линейных D-уравнений второго порядка с многопериодическим потенциалом // Математический журнал. – Алматы, 2003. – Т. 3, № 1 (7). – С. 68–73.

4. Самойленко А.М., Лаптинский В.Н., Кенжебаев К.К. Конструктивные методы исследования периодических и многоочечных краевых задач. – Киев: ИМ НАН Украины, 1999. – 220 с.

5. Сартабанов Ж.А. О краевой задаче для D-уравнений второго порядка. Известия АН КазССР, сер. физ-мат, 1992. – № 3. – С. 59–64.

6. Mukhambetova A.A., Sartabanov Zh.A. Stability of solutions the system of differential equations with multivariate time. Aktobe: Print A, 2007. – 168 p.

7. Mukhambetova A.A., Sartabanov Zh.A. Research of multiperiodic solutions of quasi-linear system in the first order

partial derivatives. Bulletin d'Eurotalent-Fidjip, 2014. – № 4. P. 33–37.

8. Sibuya Y. Some global properties of matrices of functions of one variable. Math. Ann. 161 (1969), 67–77.

9. Vejvoda O. Partial differential equations: time periodic solutions. The Hague/ Boston/ London, 1982. – 357 p.

References

1. Vazov V.A. *Asimptoticheskie razlozheniya resheniy obyknovennykh differentsialnykh uravneniy* (Asymptotic expansions of solutions of ordinary differential equations). M.: World, 1968, 464 p.

2. Mukhambetova A.A. *Ustoychivost lineynykh uravneniy v chastnykh proizvodnykh vtorogo poryadka s kolebatelnymi koef-ficientami* (Stability of the second order linear partial differential equations with oscillatory coefficients). International Journal of Experimental Education, 2013, no 4, pp. 120–124.

3. Mukhambetova A.A., Sartabanov Zh.A. *Ob ogran-ichennosti resheniy lineynykh D- uravneniy vtorogo poryadka s mnogoperiodicheskim potencialom* (About boundary solutions of the second order linear D- equations with multiperiodic potential). Mathematical Journal, Almaty, 2003. Vol. 3 no 1 (7). pp. 68–73.

4. Samoylenko A.M., Laptinskiy V.N., Kenzhebaev K.K. *Konstruktivnye metody issledovaniya periodicheskikh i mnogo-tochechnykh kraevykh zadach* (Constructive methods of research of periodic and multipoint boundary value problems). Kiev: IM NAS, 1999. 220 p.

5. Sartabanov Zh.A. *O kraevoy zadache dlya D- uravneniy vtorogo poryadka* (About boundary value problem for the second order D-equation). Proceedings of the AS of the Kazakh SSR, Physics and Mathematics Sec., 1992, no 3, pp. 59–64.

6. Mukhambetova A.A., Sartabanov Zh.A. Stability of solutions the system of differential equations with multivariate time. Aktobe: Print A, 2007, 168 p.

7. Mukhambetova A.A., Sartabanov Zh.A. Research of multiperiodic solutions of quasi-linear system in the first order partial derivatives. Bulletin d'Eurotalent-Fidjip, 2014, no 4, pp. 33–37.

8. Sibuya Y. Some global properties of matrices of functions of one variable. Math. Ann. 161 (1969), pp. 67–77.

9. Vejvoda O. Partial differential equations: time periodic solutions. The Hague / Boston / London, 1982. 357 p.

Рецензенты:

Бержанов А.Б., д.ф.-м.н., профессор, директор института прикладной математики Актюбинского регионального государственного университета им. К. Жубанова, г. Актобе;

Тасмамбетов Ж.Н., д.ф.-м.н., профессор, Актюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова, г. Актобе.

Работа поступила в редакцию 05.12.2014.

УДК 544.018.2

МИКРОРАЗМЕРНЫЕ ГЛЮКОЗООКИСЛЯЮЩИЕ И КИСЛОРОДВОССТАНАВЛИВАЮЩИЕ БИОЭЛЕКТРОДЫ НА ОСНОВЕ НАНОКОМПЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

^{1,2}Панкратов Д.В., ¹Парунова Ю.М., ^{1,2}Горбачева М.А., ¹Зейфман Ю.С.,
³Кузнецов С.В., ¹Липкин А.В., ^{1,2}Шлеев С.В.

¹Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»,
Москва, e-mail: pankratov.dmitriy@list.ru;

²Институт биохимии им. А.Н. Баха Российской академии наук, Москва;

³Брянский государственный университет им. акад. И.Г. Петровского, Брянск

Разработаны и изготовлены микроразмерные глюкозоокисляющие биоаноды и кислородвосстанавливающие биокатоды на основе нанобиокомпозитных материалов, содержащих графен, поли (3,4-этилендиокситиофена), многостенные углеродные нанотрубки и редокс-ферменты (глюкозооксидазу и билирубиноксидазу как анодный и катодный биоэлементы соответственно). Основные характеристики электродов, полученные в растворах с рН 7,4 (плотность тока в несколько мА/см² и емкость свыше 50 мФ/см²), наряду с возможностью варьировать как емкостные, так и биоэлектрокаталитические параметры электродов в широком диапазоне, подтверждают перспективность использования разработанных электродов для создания потенциально имплантируемых биоэлектронных устройств для одновременной генерации и накопления электрической энергии. Принципиальная возможность замены углеродных нанотрубок в составе нанобиокомпозита на наночастицы золота позволяет добиться создания различных поверхностей для специфической иммобилизации различных редокс-ферментов.

Ключевые слова: глюкозооксидаза, билирубиноксидаза, графен, электропроводящий органический полимер, углеродные нанотрубки, нанобиокомпозит

MICROSIZED GLUCOSE OXIDIZING AND OXYGEN REDUCING BIOELECTRODES BASED ON THE NANOBIOCOMPOSITE MATERIALS

^{1,2}Pankratov D.V., ¹Parunova Y.M., ^{1,2}Gorbacheva M.A., ¹Zeyfman Y.S., ³Kuznetsov S.V.,
¹Lipkin A.V., ^{1,2}Shleev S.V.

¹National Research Centre «Kurchatov Institute», Moscow, e-mail: pankratov.dmitriy@list.ru;

²A.N. Bach Institute of Biochemistry of Russian Academy of Sciences, Moscow;

³I.G. Petrovsky Bryansk State University, Bryansk

Microscale glucose oxidising bioanodes and oxygen reducing biocathodes based on nanobiocomposite materials containing graphene, poly (3,4-ethylenedioxythiophene), multi-walled carbon nanotubes, and redox enzymes (glucose oxidase and bilirubin oxidase as anodic and cathodic bioelements, respectively) were elaborated and fabricated. Basic characteristics of electrodes obtained in solutions with pH 7,4 (few mA/cm² current densities and capacitance higher than 50 mF/cm²) along with a possibility to vary both capacitive and bioelectrocatalytic parameters of the electrodes in a broad range point to the fact that fabricated bioelectrodes are promising for potentially implantable bioelectronic devices for concomitant generation and storage of electric power. A general possibility to exchange carbon nanotubes with gold nanoparticles in nanocomposite allows creation of different surfaces for proper immobilization of different redox enzymes.

Keywords: glucose oxidase, bilirubin oxidase, graphene, conducting organic polymer, carbon nanotubes, nanobiocomposite

Разработка и исследование свойств электродов на основе новых нанобиокомпозитных материалов для современных биоэлектронных устройств (биотопливных элементов, биосенсоров, самозаряжающихся биосуперконденсаторов, и т.д.) является одним из основных направлений современной биоэлектрохимии. Использование редокс-ферментов как биокатализаторов, иммобилизованных на матрицах из углеродных нанотрубок и наночастиц золота, возможность использования которых в составе потенциально имплантируемых биоэлектродов была показана ранее [1, 2, 4], позволяет добиться высокой эффективности при функционировании в растворах, близких по составу к физиологическим жидкостям че-

ловека, по сравнению с катализаторами небиологической природы.

Целью данной работы стало создание и изучение особенностей функционирования в нейтральных растворах глюкозоокисляющих и кислородвосстанавливающих биоэлектродов на основе новых нанобиокомпозитных материалов, содержащих графен, поли (3,4-этилендиокситиофен) и редокс-ферменты, иммобилизованные на поверхности наноматериалов различной природы.

Материалы и методы исследования

Na₂HPO₄·2H₂O, NaH₂PO₄·H₂O, NaCl, HAuCl₄·3H₂O, H₂SO₄, LiClO₄, цитрат натрия, ацетонитрил (≥ 99,9%, ACN), анилин (≥ 99,8%, ANI), толуол (≥ 99,8%), желатин (GE), D-глюкоза, 3,4-этилендиокситиофен

(EDOT), полиэтиленгликоль (PEG), 25%-ный раствор глутарового альдегида (GA), тетрагидрофуран (THF) а также грибная глюкозооксидаза (GOx) из *Aspergillus niger* были получены из Sigma–Aldrich GmbH (США) и использовались без дополнительной очистки. Препарат билирубиноксидазы из гриба *Myrothecium verrucaria* (MvBOx) был любезно предоставлен компанией Amano Enzyme Inc. (Япония). Этанол (95%) и аргон были куплены в Kemetyl AB (Швеция) и AGA Gas AB (Швеция) соответственно.

Все растворы готовились на деионизированной воде (18 МОм·см), полученной с использованием системы PURELAB UNQ II из ELGA Labwater (Великобритания).

Для синтеза нанобиокомпозитов использовались наночастицы золота (AuNP) диаметром 20 нм, графен (GR, толщина – 1,6 нм, менее 3 углеродных монослоев) и два типа многостенных углеродных нанотрубок (CNT, внешний диаметр – 20–30 нм, внутренний диаметр – 1–2 нм, длина – 0,5–2 мкм). GR был куплен в компании Graphene Supermarket (США), CNT – в Sigma-Aldrich GmbH (США). AuNP были синтезированы с использованием цитрата натрия в качестве восстановителя по методике, описанной в работе [5]. 50 мл раствора HAuCl_4 с концентрацией 250 мкМ нагревали до кипения при постоянном перемешивании, затем добавляли 750 мкл водного раствора с массовой долей цитрата натрия 1%, после чего раствор выдерживался в течение 10 мин без нагревания при постоянном перемешивании. Полученная суспензия AuNP охлаждалась до комнатной температуры и центрифугировалась при $10\,000\times g$ в течение 30 мин [10]. 98% супернатанта удалялось, концентрат AuNP объединялся и ресуспендировался ультразвуковой обработкой.

Электрохимические измерения осуществлялись при помощи потенциостата/гальваностата $\mu\text{Autolab}$ Type III/FRA2 от Metrohm Autolab B.V. (Нидерланды) с использованием трехэлектродной схемы с насыщенным каломельным электродом сравнения (SCE, 242 мВ относительно нормального водородного электрода) и платиновой проволокой в качестве вспомогательного электрода. Все значения потенциалов, представленные в работе, даны относительно SCE, если об этом не упомянуто специально.

Ультразвуковая обработка проводилась с использованием ванны Ultrasonic Cleaner XB2 от VWR International Ltd. (Великобритания). Сканирующая электронная микроскопия (SEM) осуществлялась на микроскопе высокого разрешения FEI Nova NanoLab 600 (Нидерланды).

Изготовление электродов на основе нанокompозита PEDOT/графен

Золотая проволока диаметром 0,1 мм (Au) от компании Goodfellow (Великобритания) механически очищались полировкой на бумаге Microcloth (Buehler, Великобритания) в суспензии оксида алюминия с размером частиц 1 мкм, купленной в Struers (Дания). Далее поверхность промывалась деионизированной водой, подвергалась ультразвуковой обработке в этаноле в течение 5 минут, а затем электрохимически очищалась циклированием в 0,5 М H_2SO_4 в диапазоне потенциалов от – 0,2 до + 1,7 В в течение 20 циклов со скоростью развертки потенциала 100 мВ/с, затем электроды промывались водой и высушивались в потоке воздуха.

Далее на Au поверхности проводился электрохимический синтез нанокompозита поли(3,4-этилендиокситиофен)/графен (PEDOT/GR) потенциодинамическим циклированием в диапазоне от 200 мВ до 1300 мВ (3 цикла при скорости развертки потенциала 100 мВ/с) в 0,1 М фосфатном буферном растворе (PB, pH 7,4), содержащем 20 мМ EDOT, 1 мМ PEG, 0,1 М LiClO_4 и GR (2 мг графена на 5 мл раствора) [11]. Перед электрополимеризацией реакционная смесь подвергалась ультразвуковой обработке в течение 1 часа для получения устойчивой суспензии, после чего в течение 20 минут продувалась аргоном для удаления кислорода.

Изготовление биоанодов на основе GOx

Для обеспечения электронного переноса между электродом и иммобилизованной GOx на поверхности PEDOT/GR синтезировался комплекс с переносом заряда (CTC) TCNQ/TTF. Для этого электрод Au|PEDOT/GR погружался в раствор TCNQ в THF (1,2 мг/мл) и выдерживался до полного испарения растворителя. Затем электрод переносился в раствор TTF в ACN (1,2 мг/мл). После испарения растворителя электрод промывался в небольшом количестве ACN для удаления остатков непрореагировавшего TTF.

Биомодификация электродов осуществлялась нанесением 2 мл суспензии CNT, модифицированных GOx. Для получения суспензии CNT смешивались с PB (4 мг/мл), полученная смесь подвергалась ультразвуковой обработке в течение 20 минут, после чего к ней добавлялась GOx (1 мг/мл). После нанесения суспензии электрод высушивался при комнатной температуре, после чего покрывался GE (2 мкл 2,5%-ного раствора GE в воде), высушивался, погружался в 5%-ый водный раствор GA на 60 секунд и затем промывался водой.

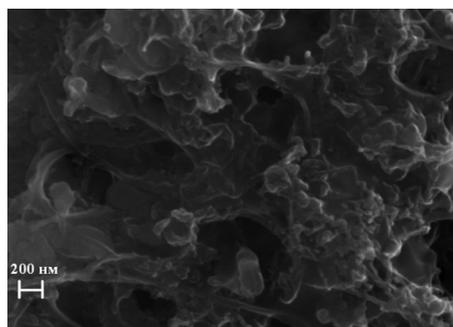
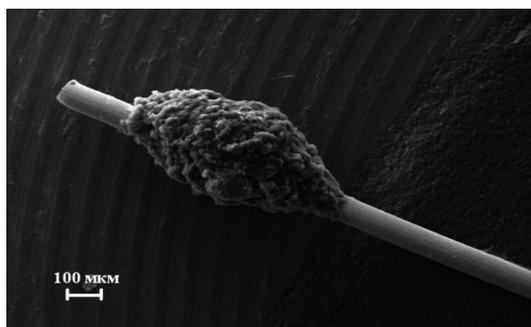


Рис. 1. SEM изображение биоанода Au|PEDOT/GR|TCNQ/TTF|CNT/GOx|GE. Слева: общий вид электрода, справа: поверхность электрода

SEM изображение биоанода Au|PEDOT/GR|TCNQ/TTF|CNT/GOx|GE представлено на рис. 1. Как видно из рисунка, поверхность электрода имеет зернистую структуру, длина активной области электрода составляет около 700 микрон, однако основная масса композита сосредоточена на участке в 300–400 микрон, что связано с особенностями распределения наноматериала в капле суспензии. Поверхность нано-биокомпозита равномерно покрыта слоем GE, обеспечивающим стабильность многокомпонентной структуры без ограничения транспорта субстрата через GE [3].

Изготовление биокатодов на основе ВОх

Биомодификация катодов осуществлялась нанесением либо 2 мл суспензии CNT, модифицированных ВОх (методика получения суспензии и модификации GE и GA аналогична таковой для GOx), либо 3 мкл суспензии AuNP с последующим высушиванием и погружением в раствор ВОх (1 мг/мл) на 15 минут.

Результаты исследования и их обсуждение

Исследование биокаталитических свойств разработанных электродов прово-

дилось в 0,1 М РВ в интервале потенциалов от – 0,1 до 0,2 В при скорости развертки потенциала 10 мВ/с и от 0,7 до 0 В при скорости развертки потенциала 20 мВ/с для биоанодов и биокатодов, соответственно. Циклические вольтамперограммы (CV) биоанодов в РВ, содержащем различные концентрации глюкозы, представлены на рис. 2.

Как видно из данных рис. 2, выраженный биоэлектрокаталитический отклик с начальным потенциалом электроокисления глюкозы около – 50 мВ, был зафиксирован для разработанных биоэлектродов в РВ, содержащем глюкозу, что находится в согласовании с литературными данными для системы СТС/GOx [6]. Плотность анодного биокаталитического тока возрастала с повышением концентрации глюкозы до 50 мМ и составляла 0,7 мА/см² и 4,1 мА/см² при потенциале 200 мВ в РВ, содержащем 5 и 50 мМ глюкозы соответственно.

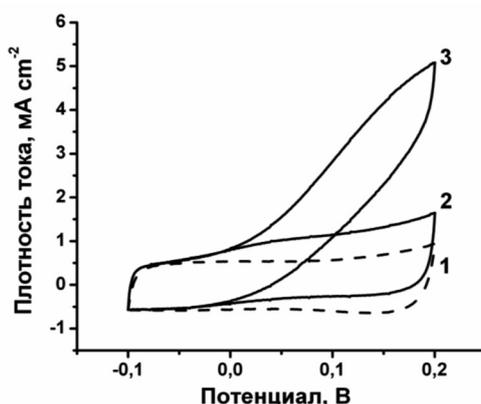


Рис. 2. CV биоанодов Au|PEDOT/GR|TCNQ/TTF|CNT/GOx|GE в РВ (пунктирная кривая 1) и в РВ, содержащем глюкозу различной концентрации (кривые 2, 3), моль л⁻¹: 5 (2) и 50 (3). Скорость развертки потенциала – 10 мВ/с

CV биокатодов Au|PEDOT/GR|CNT/ВОх|GE в насыщенном воздухе и аргоном РВ представлены на рис. 3, А. Электровосстановление кислорода начиналось при потенциале около 500 мВ, что находится в хорошем согласовании с полученными ранее результатами для ВОх, иммобилизованной на AuNP [8] и бумаге из CNT [9]. Плотность биоэлектрокаталитического тока составляла 0,3 мА/см² при 200 мВ в насыщенном воздухе РВ.

Емкость полученных электродов составляла порядка 55 мФ/см² для нано-биокомпозитов на основе CNT. При замене CNT на AuNP в составе нанокомпозита емкость возрастала до 120 мФ/см², и биоэлектрокаталитический ток практически полностью нивелировался емкостным током. Однако иммобилизация ВОх на

модифицированной AuNP поверхности электродов, не содержащих нанокомпозита PEDOT/GR, приводит к созданию электродов с ярко выраженным биоэлектрокаталитическим откликом (рис. 3, Б). Возможность замены наноматериала в составе нанобиокомпозита позволяет добиться создания оптимальных поверхностей для специфической иммобилизации различных редокс ферментов.

Следует отметить легкость вариации емкости разработанных электродов как на этапе синтеза PEDOT/GR, так и на этапе создания нанобиокомпозита. Указанное свойство является важным для разработки электродов с двойной функцией генерации и накопления электрической мощности для создания гибридных биоэлектронных устройств [7].

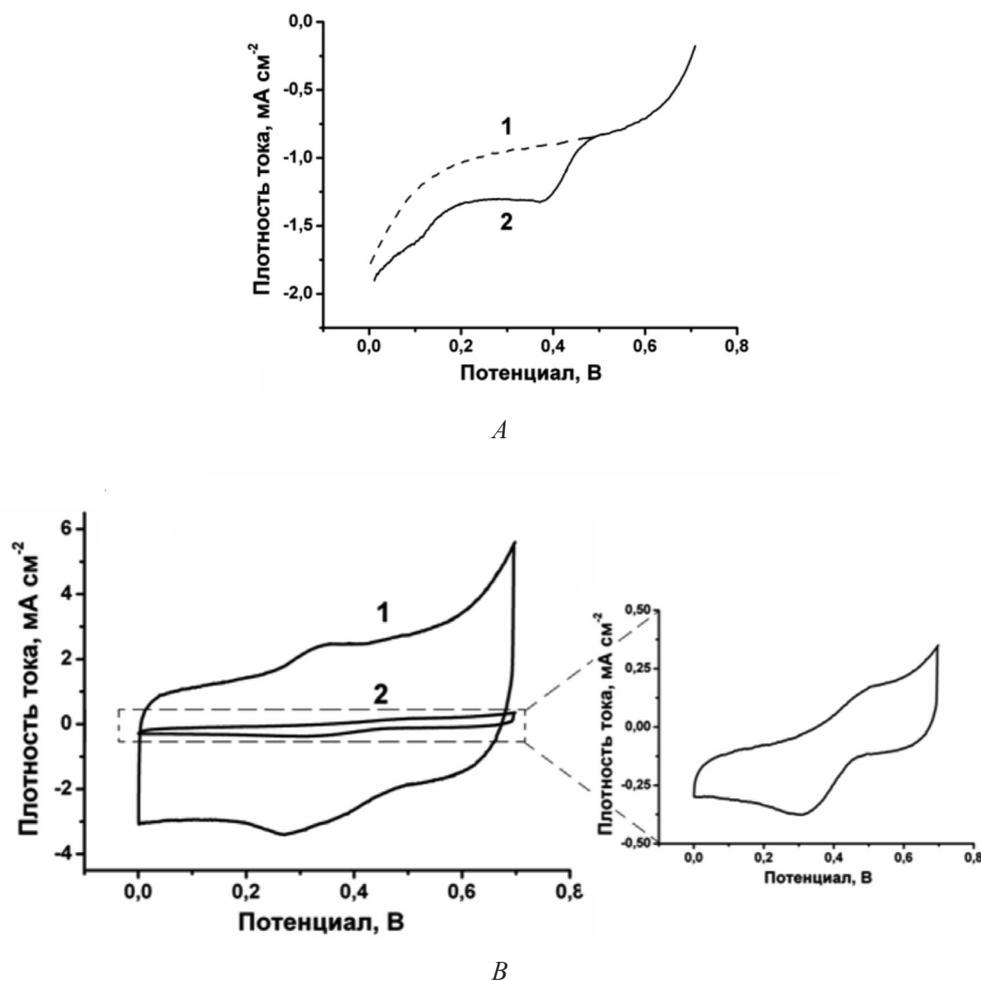


Рис. 3. А) Катодные части CV биокатодов $Au|PEDOT/GR|CNT/BOx|GE$ в РВ, насыщенном воздухе (пунктирная кривая 1) и аргоном (кривая 2).
 Б) CV биокатодов $Au|PEDOT/GR|AuNP/BOx|GE$ (кривая 1) и $Au|AuNP/BOx|GE$ (кривая 2) в РВ, насыщенном воздухе. Скорость развертки потенциала – 20 мВ/с

Выводы

В результате проведенных исследований были созданы микроразмерные глюкозоокисляющие и кислородвосстанавливающие биоэлектроды на основе новых нанокompозитных материалов с возможностью регуляции емкостных и биоэлектрокаталитических параметров. Полученные микроэлектроды могут быть использованы для создания современных биоэлектронных устройств, функционирующих в условиях, близких к физиологическим.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 14-14-00530).

Список литературы

1. Andoralov V. Biofuel cell based on microscale nanostructured electrodes with inductive coupling to rat brain neurons / V. Andoralov, M. Falk, D.B. Suyatin, M. Granmo, J. Sotres, R. Ludwig, V.O. Popov, J. Schouenborg, Z. Blum, S. Shleev // Scientific reports. – 2013. – Vol. 3, № 3270. – P. 1–11.
2. Bellucci S. Multiwalled carbon nanotube buckypaper: toxicology and biological effects in vitro and in vivo / S. Bellucci, M. Chiaretti, A. Cucina, G.A. Carru, A.I. Chiaretti // Nanomedicine–UK. – 2009. – Vol. 4, № 5. – P. 531–540.
3. Gayot A. Studies of diffusion across microcapsules / A. Gayot, C. Merle, M. Traisnel, J.C. Guyot // Labo-Pharma – Problemes et Techniques. – 1978. – Vol. 26, № 281. – P. 925–927.
4. Hussein L. Functionalized-carbon nanotube supported electrocatalysts and buckypaper-based biocathodes for glucose fuel cell applications / L. Hussein, Y.J. Feng, N. Aonso-Vante, G. Urban, M. Kruger // Electrochimica Acta. – 2011. – Vol. 56, № 22. – P. 7659–7665.
5. Haiss W. (2007) Determination of size and concentration of gold nanoparticles from UV-Vis spectra / W. Haiss, N.T.K. Thanh, J. Aveyard, D.G. Fernig // Analytical Chemistry. – 2007. – Vol. 79, № 11. – P. 4215–4221.
6. Khan G.F. Design of a stable charge transfer complex electrode for a third-generation amperometric glucose sensor / G.F. Khan, M. Ohwa, W. Wernet // Analytical Chemistry. – 1996. – Vol. 68, № 17. – P. 2939–2945.
7. Pankratov D. Self-charging electrochemical biocapacitor / D. Pankratov, Z. Blum, D.B. Suyatin, V.O. Popov, S. Shleev // ChemElectroChem. – 2014. – Vol. 1, № 2. – P. 343–346.
8. Pankratov D.V. Impact of surface modification with gold nanoparticles on the bioelectrocatalytic parameters of

immobilized bilirubin oxidase / D.V. Pankratov, Y.S. Zeifman, A.V. Dudareva, G.K. Pankratova, M.E. Khlupova, Y.M. Parunova, D.N. Zajtsev, N.F. Bashirova, V.O. Popov, S.V. Shleev // *Acta Naturae*. – 2014. – Vol. 6, № 1. – P. 102–106.

9. Pankratov D.V. A comparative study of biocathodes based on multiwall carbon nanotube buckypapers modified with three different multicopper oxidases / D.V. Pankratov, Y.S. Zeifman, O.V. Morozova, G.P. Shumakovich, I.S. Vasil'eva, S. Shleev, V.O. Popov, A.I. Yaropolov // *Electroanalysis*. – 2013. – Vol. 25, № 5. – P. 1143–1149.

10. Wang X.J. Mediatorless sugar/oxygen enzymatic fuel cells based on gold nanoparticle-modified electrodes / X.J. Wang, M. Falk, R. Ortiz, H. Matsumura, J. Bobacka, R. Ludwig, M. Bergelin, L. Gorton, S. Shleev // *Biosensors and Bioelectronics*. – 2012. – Vol. 31, № 1. – P. 219–225.

11. Xiao X.X. One-step fabrication of bio-functionalized nanoporous gold/poly(3,4-ethylenedioxythiophene) hybrid electrodes for amperometric glucose sensing / X.X. Xiao, M.E. Wang, H. Li, P.C. Si // *Talanta*. – 2013. – Vol. 116. – P. 1054–1059.

References

1. Andoralov V. Biofuel cell based on microscale nanostructured electrodes with inductive coupling to rat brain neurons / V. Andoralov, M. Falk, D.B. Suyatin, M. Granmo, J. Sotres, R. Ludwig, V.O. Popov, J. Schouenborg, Z. Blum, S. Shleev // *Scientific reports*. 2013. Vol. 3, no 3270. pp. 1–11.

2. Bellucci S. Multiwalled carbon nanotube buckypaper: toxicology and biological effects in vitro and in vivo / S. Bellucci, M. Chiaretti, A. Cucina, G.A. Carru, A.I. Chiaretti // *Nanomedicine-UK*. 2009. Vol. 4, no 5. pp. 531–540.

3. Gayot A. Studies of diffusion across microcapsules / A. Gayot, C. Merle, M. Traisnel, J.C. Guyot // *Labo-Pharma – Problemes et Techniques*. 1978. Vol. 26, no 281. pp. 925–927.

4. Hussein L. Functionalized-carbon nanotube supported electrocatalysts and buckypaper-based biocathodes for glucose fuel cell applications / L. Hussein, Y.J. Feng, N. Ansoo-Vante, G. Urban, M. Kruger // *Electrochimica Acta*. 2011. Vol. 56, no 22. pp. 7659–7665.

5. Haiss W. (2007) Determination of size and concentration of gold nanoparticles from UV-Vis spectra / W. Haiss, N.T.K. Thanh, J. Aveyard, D.G. Fernig // *Analytical Chemistry*. 2007. Vol. 79, no 11. pp. 4215–4221.

6. Khan G.F. Design of a stable charge transfer complex electrode for a third-generation amperometric glucose sensor / G.F. Khan, M. Ohwa, W. Wernet // *Analytical Chemistry*. 1996. Vol. 68, no 17. pp. 2939–2945.

7. Pankratov D. Self-charging electrochemical biocapacitor / D. Pankratov, Z. Blum, D.B. Suyatin, V.O. Popov, S. Shleev // *ChemElectroChem*. 2014. Vol. 1, no 2. pp. 343–346.

8. Pankratov D.V. Impact of surface modification with gold nanoparticles on the bioelectrocatalytic parameters of immobilized bilirubin oxidase / D.V. Pankratov, Y.S. Zeifman, A.V. Dudareva, G.K. Pankratova, M.E. Khlupova, Y.M. Parunova, D.N. Zajtsev, N.F. Bashirova, V.O. Popov, S.V. Shleev // *Acta Naturae*. 2014. Vol. 6, no 1. pp. 102–106.

9. Pankratov D.V. A comparative study of biocathodes based on multiwall carbon nanotube buckypapers modified with three different multicopper oxidases / D.V. Pankratov, Y.S. Zeifman, O.V. Morozova, G.P. Shumakovich, I.S. Vasil'eva, S. Shleev, V.O. Popov, A.I. Yaropolov // *Electroanalysis*. 2013. Vol. 25, no 5. pp. 1143–1149.

10. Wang X.J. Mediatorless sugar/oxygen enzymatic fuel cells based on gold nanoparticle-modified electrodes / X.J. Wang, M. Falk, R. Ortiz, H. Matsumura, J. Bobacka, R. Ludwig, M. Bergelin, L. Gorton, S. Shleev // *Biosensors and Bioelectronics*. 2012. Vol. 31, no 1. pp. 219–225.

11. Xiao X.X. One-step fabrication of bio-functionalized nanoporous gold/poly(3,4-ethylenedioxythiophene) hybrid electrodes for amperometric glucose sensing / X.X. Xiao, M.E. Wang, H. Li, P.C. Si // *Talanta*. 2013. Vol. 116. pp. 1054–1059.

Рецензенты:

Авдеев Я.Г., д.х.н., ведущий научный сотрудник Лаборатории физико-химических основ ингибирования коррозии металлов Института физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН (ИФХЭ РАН), г. Москва;

Нам И.Я., д.б.н., профессор кафедры биологии естественно-географического факультета Брянского государственного университета им. академика И.Г. Петровского, г. Брянск.

Работа поступила в редакцию 05.12.2014.

УДК 666.9-127

ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИНВЕРСИЙ И ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Пучка О.В., Чернышѐва Е.В., Вайсера С.С., Сергеев С.В.

ФГБОУ ВПО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»,
Белгород, e-mail: vaisera_sergei@mail.ru

В настоящее время одним из перспективных направлений в строительной индустрии является разработка ресурсосберегающей технологии новых строительных стеклокомпозиционных материалов, способных эффективно выполнять свои функции по сбережению энергетических ресурсов, затрачиваемых на создание и поддержание необходимого температурного режима внутри помещения. Повышенные требования к тепловой изоляции зданий ставят перед технологами и проектировщиками новые задачи по повышению теплозащитных свойств материалов, применяемых в строительстве. В статье изложены факторы, влияющие на интенсификацию процессов порообразования и на формирование структуры высокопористых теплоизоляционных материалов. Разработаны технологические схемы нанесения плазмохимических покрытий на поверхность пеностекла. С помощью электронного микроскопа MIRA SCAN и рентгенофазового анализа была исследована микроструктура полученного стеклокомпозита. Выявлен механизм формирования плазмохимических покрытий на поверхности теплоизоляционного стеклокомпозита, и установлено, что сцепление покрытия с пеностеклом обусловлено образованием контактного слоя, имеющего стеклокристаллическую структуру, за счет диффузии компонентов покрытия в подложку при плазмохимической обработке поверхности пеностекла в системе подложка – покрытие – плазмохимическая среда.

Ключевые слова: пеностекло, теплоизоляция, коэффициент теплопроводности, пористость, прочность, водопоглощение, вспенивание, отжиг, теплоизоляционный материал, защитно-декоративное покрытие, стеклокомпозит, плазмообразующая среда, термоудар, напыление, оплавление

RESEARCH MORPHOLOGICAL INVERSIONS AND TECHNICAL CHARACTERISTICS OF THERMAL INSULATION MATERIALS

Puchka O.V., Chernyshjova E.V., Vajsera S.S., Sergeev S.V.

Belgorod Shukhov State Technological University, Belgorod, e-mail: vaisera_sergei@mail.ru

Nowadays one of the most promising directions in building industry is developing a resource-saving technology of producing new glass-composite building materials, efficient in saving the energy resources, spent for providing and maintaining the necessary temperature conditions indoors. The raised requirements to the heat insulation of buildings pose for technologists and designers the new problems concerning improving the heat retention properties of materials, used in building industry. The article describes the factors, having influence on the intensification of pore-formation processes and on the high-porosity heat-insulating materials structure formation. There were developed the technological schemes of depositing plasma-chemical coatings onto the foam glass surface. The microstructure of the received glass composite was studied with an electron microscope MIRA SCAN and X-ray phase analysis. The mechanism of plasma-chemical coatings formation on the surface of heat-insulating glass composite was found out, and it was determined that the adhesion of coating with the underlayer is conditioned by the formation of contact layer, having the vitro-crystalline structure, due to the diffusion of the coating's components into the underlayer at the plasma-chemical treating of the foam glass surface in the system underlayer – coating – plasma-chemical medium.

Keywords: foam glass, heat insulation, heat conductivity coefficient, porosity, strength, water sorption, sponging, annealing, heat-insulating material, protective-decorative coating, glass composite, plasma-supporting medium, thermal shock, sputtering, fusing

На сегодняшний день использование пеностекла в строительном комплексе сдерживают ряд факторов [7]:

- относительно высокая цена единицы материала;
- отсутствие нормативной базы по пеностеклу (национальных стандартов на продукцию и методы испытаний и контроля пеностекла и т.д.);
- отсутствие производственных мощностей, позволяющих удовлетворить потребность в тепло- и звукоизоляции крупных строительных объектов;
- отсутствие проектно-конструкторских разработок, подкрепленных инженерными расчетами по производству тепло- и звукоизоляции из пеностекла, которыми могли бы

воспользоваться архитекторы и строители в проектных работах.

Прослеживается тенденция последних лет – сделать материал более дешевым за счет подшихтовки пенообразующих смесей техногенными отходами (шлаки металлургических производств, зола ТЭЦ и т.д.), местными сырьевыми материалами (диатомиты, перлиты, цеолиты и т.д.) [1,5,8]. Введение этих материалов в состав пеностекольных шихт, ведет к частичной или полной кристаллизации и, как следствие, к снижению теплоизоляционных характеристик и к повышению температуры вспенивания до 900–1200 °С.

Следовательно, пеностеклу необходимо придать такие свойства, характеризующие

его не только как тепло- или звукоизоляционный материал, который требует нанесения защитных и декоративных слоев для использования в строительстве, но как стеклокомпозит, обладающий декоративными свойствами глазурованных изделий (например, керамическая плитка) и не требующий дополнительных защитных слоев для защиты от атмосферного воздействия [2, 9].

Для получения стеклокомпозита в качестве подложки было использовано пеностекло, а для нанесения покрытий – специально разработанные схемы декорирования.

Качественный теплоизоляционный материал характеризуется равномерным распределением пор в объеме материала и мелкопористой структурой. Вид пористой структуры зависит от объема пористости, технологических параметров и способов производства материала.

Все покрытия, независимо от способа нанесения, образуют с основой композицию подложка – покрытие, которая должна отвечать определенным требованиям в зависимости от условий службы конкретного изделия.

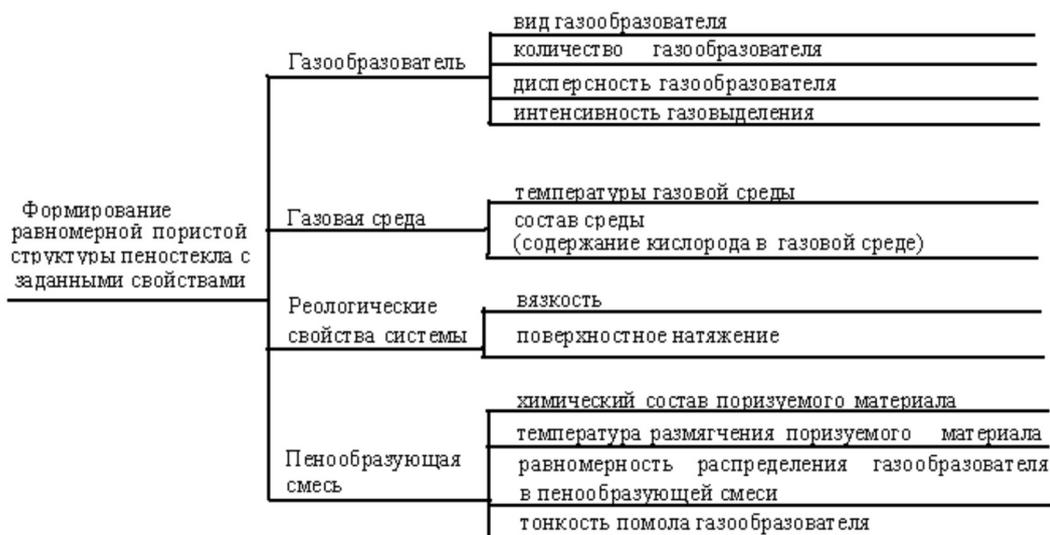


Рис. 1. Факторы, влияющие на интенсификацию процессов порообразования и на формирование структуры высокопористых теплоизоляционных материалов

Характер протекания физических, химических и физико-химических процессов в объеме и на межфазных границах субстрат – покрытие – атмосфера определяется температурно-временными условиями, составом, структурой и свойствами компонентов композиции пеностекло – покрытие, продуктов их взаимодействия и составом атмосферы, в которой происходит её формирование [3].

Применительно к композиции (или системе) пеностекло – покрытие процессы ее формирования включают:

- на межфазной границе пеностекло – покрытие – адгезию, прилипание и сцепление с образованием продуктов взаимодействия пеностекло – покрытие;
- в объеме покрытия – образование спекшихся, а затем расплавленных контактного и порового слоев и взаимодействие между ними;
- на межфазной границе покрытие – атмосфера – образование сплошного стеклос-

лоя и продуктов взаимодействия стеклорасплава и печной атмосферы.

Для получения стеклопокрытий на поверхности теплоизоляционного композиционного материала необходимо было определить факторы и критерии выбора оптимальных составов покрытий для высокопористых материалов (пористость выше 80%).

Для этого использовали метод математического моделирования, который широко применяется при исследовании, оптимизации и проектировании технологических процессов.

При синтезе защитных и декоративных стеклопокрытий одной из наиболее трудно разрешимых задач является создание прочного сцепления покрытия с подложкой. Считается, что основное условие – это подбор ТКЛР таким образом, чтобы его значение на 10–15% было меньше значения ТКЛР подложки. Однако известен [6] ряд покрытий, которые отличаются устойчивым сцеплением,

несмотря на несоблюдение указанного условия. И, наоборот, при синтезе покрытий довольно часто исследователи сталкиваются с тем, что даже при соблюдении соответствия ТКЛР покрытия и подложки наблюдаются сколы покрытия.

Для выбора состава покрытия нами был изучен термический коэффициент линейного расширения пеностекла.

Экспериментально было установлено, что ТКЛР пеностекла (рис. 2.) находится в пределах от 85 до $115 \cdot 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, а по результатам, рассчитанным с помощью метода Аппена, ТКЛР исходного стекла равен $90 \cdot 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

Отличие экспериментально установленных значений ТКЛР пеностекла от расчетных объясняется тем, что в расчетном методе не учитывается повторный нагрев пеностекла (при вспенивании).

Выбор температурного интервала исследования, прежде всего, ограничен температурой, при которой подложка (пеностекло) начинает размягчаться. Следовательно, интересующий нас температурный интервал от 390 до $550 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Поэтому факторы варьирования (независимые переменные) были выбраны в соответствии с исследуемым температурным интервалом (табл. 1).

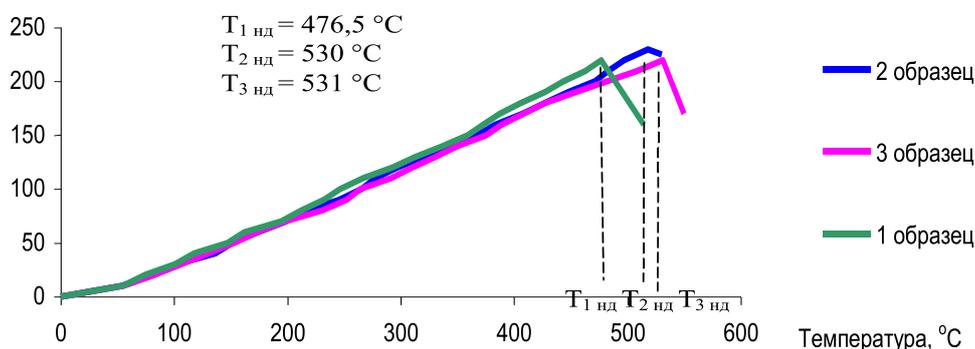


Рис. 2. Дилатометрические кривые образцов пеностекла

Таблица 1

Факторы варьирования при разработке теплоизоляционного материала на основе пеностекла с защитно-декоративным покрытием

Условные обозначения независимой переменной	Наименование переменной	Пределы варьирования	Интервал
X_1	Соотношение $\text{SiO}_2:\text{B}_2\text{O}_3$ Массовое содержание ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{Li}_2\text{O}$)	6,7–9,1	0,6
X_2		32,5–35,5	1
X_3	Температура обжига, $^\circ\text{C}$	390–550	40

В качестве зависимой переменной (функции отклика) выбрана прочность сцепления покрытия с пеностеклом, определяемая методом удара.

Основой эксперимента являлось изучение влияния на прочность сцепления качественного и количественного составов покрытия.

По результатам эксперимента были построены графики парных зависимостей функции отклика от каждой переменной. Наибольший интерес представляют зависимости для нескольких групп данных с различным X_2 , при изменяющемся значении X_1 . Температура $510 \text{ } ^\circ\text{C}$ наиболее оптимальна в отношении экономии энергозатрат, так как при более низких температурах резуль-

таты прочности сцепления низки по абсолютным значениям и нестабильны.

Как видно из табл. 3, при $X_2 > 20$ с ростом X_1 значения Y стабилизируются. Анализ аналогичной парной зависимости Y от X_2 при $X_3 = 510 \text{ } ^\circ\text{C}$ показал, что во всем интервале варьирования сохраняется устойчивый рост прочности сцепления с повышением суммарного содержания щелочной составляющей.

Очевидно, следует выявить оптимальное и предельное содержание щелочных компонентов с учетом химической стойкости покрытия и температурного интервала обжига.

После обработки результатов эксперимента получена математическая модель (уравнение регрессии)

$$Y = -232,4 - 11,175X_1 + 6,91X_2 + 0,281X_3$$

Коэффициент детерминации уравнения равен 0,32, т.е. изменчивость значений переменной Y вблизи линии регрессии составляет 0,68 исходной дисперсии, что соответствует 68% точности. Поскольку в проводимом эксперименте нижняя температурная граница была смещена в область низких для данного технологического процесса температур, очевидно, что исключение этого температурного участка приведет к увеличению коэффициента детерминации, а значит, и значения, полученного по уравнению регрессии. Необ-

ходимо также отметить, что, судя по знакам, стоящим перед коэффициентами в уравнении, связь Y с X_1 носит отрицательный характер, а Y с X_2 и Y с X_3 – положительный. Кроме того, все коэффициенты уравнения являются значимыми.

С целью количественного описания различий между группами наблюдений было выполнено моделирование поверхностей (графики последних получены квадратичным сглаживанием) по различным группирующим переменным (рис. 3). Уравнения, описывающие эти поверхности, имеют вид:

$$Y = -600,23 - 544,04X_2 + 4,87X_3 + 2,1(X_2)^2 + 0,021X_2X_3 - 0,003(X_3)^2 \text{ для } X_1 \leq 7,2;$$

$$Y = -456,32 + 31,25X_2 + 3,69X_3 - 0,5(X_2)^2 + 0,043X_2X_3 - 0,003(X_3)^2 \text{ для } X_1 = 7,2 \text{ и } 7,9;$$

$$Y = -578,81 - 14,07X_2 + 2,12X_3 - 1,3(X_2)^2 + 0,072X_2X_3 - 0,003(X_3)^2 \text{ для } X_1 = 8,0 \text{ и } 8,5;$$

$$Y = -645,73 - 109,12X_2 + 4,78X_3 + 2,5(X_2)^2 + 0,063X_2X_3 - 0,003(X_3)^2 \text{ для } X_1 > 8,5.$$

Аналогичные уравнения получены и для зависимости Y от X_2 и X_3 . Моделиро-

вание выполняли в инструментальной среде «Matcad».

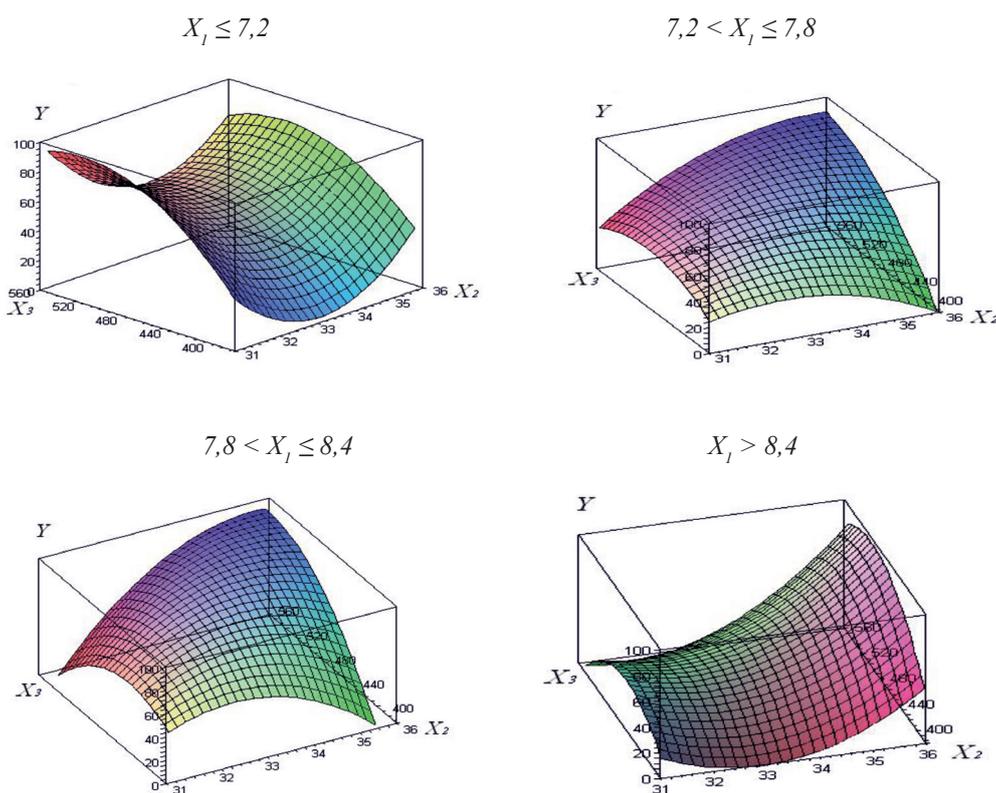


Рис. 3. Поверхности зависимостей Y от X_2 и X_3

Анализ графиков трехмерных поверхностей позволил выявить следующее. При $X_1 < 7,2$ по прочности сцепления, близкие

к оптимальным значениям области, располагаются при содержании до 32 и более 34,5% ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$). При повышении X_1 более 7,2

область оптимальных значений смещается в сторону содержания щелочей более 34,5%.

В вариантах соотношения $\text{SiO}_2:\text{B}_2\text{O}_3$ при некоторых динамических состояниях суммарного содержания щелочей наибольшую площадь занимает оптимальная область при содержании $\text{R}_2\text{O} > 35\%$. При этом происходит снижение температурного интервала обжига покрытий в область 470–510 °С, что является предпочтительным.

Таким образом, применение наряду с полным факторным планированием и математической обработкой данных эксперимента методов математического моделирования позволило определить основные критерии выбора состава стеклопокрытия для теплоизоляционного стеклокомпозита на основе пеностекла:

– температурный интервал нанесения покрытий – 550–600 °С;

– содержание щелочных оксидов не более 32% при соотношении в составе покрытия $\text{SiO}_2:\text{B}_2\text{O}_3 \leq 7,2$;

– температурный коэффициент линейного расширения в пределах от 85 до $115 \cdot 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

Нами была разработана обобщенная схема методов нанесения покрытий на пеностекло с использованием плазмохимических методов (рис. 4).

Согласно разработанной схеме, в работе было использовано одно- и двухстадийное нанесение покрытий на поверхность пеностекла плазмохимическими методами [4].

Наиболее просты и менее энергоемки одностадийные плазмохимические методы.

Двухстадийные методы позволяют расширить цветовую гамму покрытий, но они более дорогостоящи, так как представляют комбинацию одностадийных.



Рис. 4. Плазмохимические методы нанесения покрытий на поверхность пеностекла

Для изучения сцепления между покрытием и пеностеклом были проведены исследования стеклокомпозита на электронном микроскопе (рис. 5).

Анализ микрофотографий подтверждает наличие контактного слоя в композиционном материале, толщина которого составляет 150–300 мкм. С помощью рентгенофазового анализа был исследован состав контактного слоя пеностекло – покрытие.

На рентгенограмме рис. 6. видно, что основная фаза покрытия – аморфная, что свидетельствует о стеклообразном состоянии слоя. Слабые дифракционные максимумы на рентгенограммах дают возможность

предполагать частичную кристаллизацию расплава покрытия, но не позволяют однозначно идентифицировать природу кристаллических фаз.

В результате анализа дифракционных максимумов на рентгенограмме образца контактного слоя пеностекло – покрытие на основе боя листового стекла (рис. 7.) было установлено наличие аморфной фазы, а также, предположительно, следующих кристаллических фаз: алюмосиликата кальция $\text{CaOAl}_2\text{O}_3\text{6SiO}_2$ ($d/n, \text{ \AA}: 3,214; 3,739; 3,356; 3,739$); алюмосиликата натрия (нефелин) NaAlSiO_4 ($d/n, \text{ \AA}: 3,02; 3,86; 3,28; 4,2$).

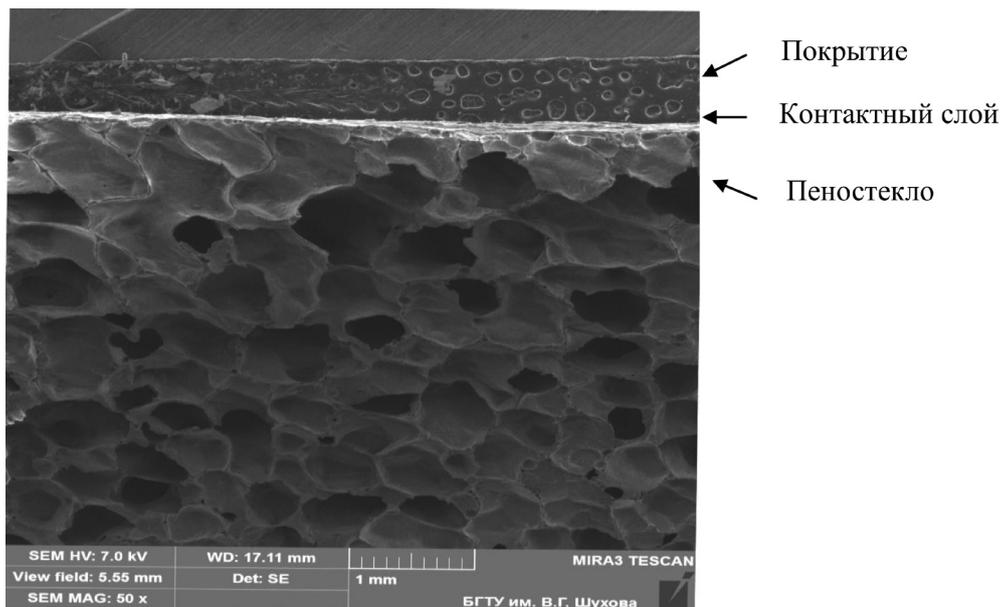


Рис. 5. Микроструктура стеклокомпозита (метод расплавления)



Рис. 6. Покрытие на основе боя листового стекла

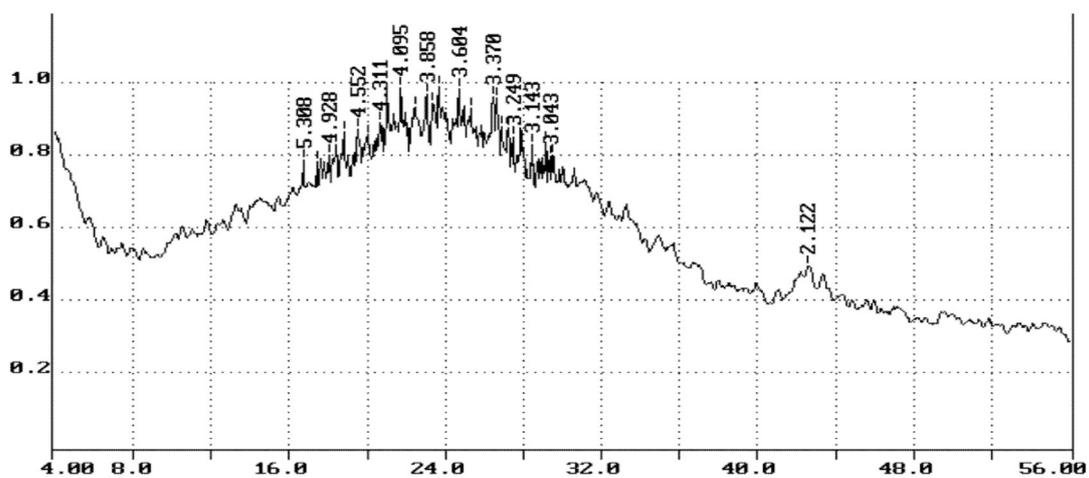


Рис. 7. Контактный слой покрытие – пеностекло

При сравнительном анализе рентгенограмм (рис. 6 и 7) было установлено, что контактный слой покрытия и подложки представляет собой стеклофазу, пронизанную кристаллическими фазами, которые образуются на границе раздела фаз покрытие – пеностекло.

Близость состава покрытия (стеклобой) и подложки (пеностекло) обеспечивают сцепление вследствие химических и электрохимических реакций, растворения, диффузии и т.п. Изменение рельефа межфазной границы, образование новых продуктов, т.е. формирование новых переходных слоев, которые являются характерным признаком сцепления, подтверждается на микрофотографиях образцов [2].

Как отмечалось ранее, главную роль в формировании теплоизоляционного стеклокомпозита играют процессы диф-

фузии между покрытием и подложкой, т.е. при плазмохимической обработке поверхности пеностекла также происходит частичное залечивание поверхности из-за расплавления межпоровых перегородок и происходит кристаллизация поверхностных слоев.

Заключение

В результате проведенной работы был получен новый класс высокоэффективного теплоизоляционного стеклокомпозита с защитно-декоративным покрытием по лицевой поверхности, не требующий дополнительного нанесения защитно-штукатурных слоев или облицовочных материалов. Основные эстетико-потребительские и технико-эксплуатационные свойства полученного материала представлены в табл. 2.

Таблица 2

Эксплуатационные характеристики разработанного материала

№ п/п	Свойство	Значение
1	Кислотостойкость	класс АА
2	Водостойкость покрытия	III гидrolитический класс
3	Прочность при сжатии, МПа	6,03
4	Прочность на изгиб, МПа	2,16
5	Морозостойкость, циклы	> 50
6	Теплопроводность, Вт/м·К	0,07
7	Плотность, кг/м ³	176
8	Водопоглощение, %	< 5

Выводы

Таким образом, моделирование морфологии стеклокомпозита и учет факторов, влияющих на интенсификацию процессов порообразования и на формирование структуры высокопористых теплоизоляционных материалов при совместном использовании разработанных нами схем нанесения плазмохимических методов декорирования поверхности пеностекла, позволяют повысить водостойкость, долговечность, прочность, улучшить декоративные свойства и архитектурно-художественные достоинства современных зданий и сооружений. Учитывая эти особенности предлагаемого теплоизоляционного композита на основе пеностекла с защитно-декоративным покрытием по лицевой поверхности, можно утверждать, что стеклокомпозит является наиболее перспективным теплоизоляционным материалом для применения в строительстве и других областях техники.

Список литературы

1. Дамдинова Д.Р. Пеностекло на основе щелочных алюмосиликатных пород и стеклобой тарного стекла / Д.Р. Дамдинова и др. // Стекло мира. 2003. – № 2 – С. 74.
2. Минько Н.И., Пучка О.В., Степанова М.Н., Вайсера С.С. Неорганические теплоизоляционные материалы. Научные основы и технология. – Белгород: БГТУ имени В.Г. Шухова, 2014. – 262 с.
3. Минько Н.И., Пучка О.В., Евтушенко Е.И., Нарцев В.М., Сергеев С.В. Пеностекло – современный эффективный неорганический теплоизоляционный материал // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 6 (4). – С. 849–854.
4. Пучка О.В. Плазмохимические методы получения покрытий на поверхности пеностекла / О.В. Пучка, В.С. Бессмертный, С.В. Сергеев, С.С. Вайсера // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова, 2013. – № 3. – С. 148–152.
5. Тютюников Н.П. Получение пеностекла на основе отходов промышленного производства / Н.П. Тютюников, И.А. Цуркан, И.В. Чалая // Стекло мира. 2003. – № 2 – С. 78.
6. Технология эмали и защитных покрытий: Учебное пособие / Под ред. Л.Л. Брагиной, А.П. Зубехина. – Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ); Харьков: НТУ «ХПИ», 2003. – 488 с.
7. Godeke H. Развитие строительных материалов на примере нового пеностекла. Anwendungsorientierte Baustoffe

fentwicklyng am beispiel eines neuen Glass shaums / H. Godeke, G. Balyke // Bauhusik. 1999. – № 5. – С. 236–238. – нем.

8. Kazmina O.V., Vereshchagin V.I., Abiyaka A.N. Expansion of Raw Materials Base for Production of Foam-Glass-Crystal Materials. Construction materials, 2012. – № 1. – P. 44–46.

9. Ventrella Andrea, Smeacetto Federico, Salvo Milena and Ferraris Monica. A new glass coating for foam glass. Int. J. Appl. Ceram. Technol, 2011. – № 1. – P. 187–193.

References

1. Daminova D.R. Foam glass on the base of alkalic aluminosilicate rocks and packing glass waste. Glass of the world, 2003, no 2, p. 74.

2. Minko N.I., Puchka O.V., Stepanova M.N., Vaysera S.S. Inorganic insulation of materials. Fundamentals and Technologies. Belgorod: BSTU after V.G. Shukhov, 2014, 262 p.

3. Minko N.I., Puchka O.V., Yevtushenko E.I., Nartsev V.M., Sergeev S.V. Foam glass – an advanced efficient inorganic heat-insulating material. Fundamental research, 2013, no 6 (part 4), pp. 849–854.

4. Puchka O.V., Bessmertny V.S., Sergeev S.V., Vaysera S.S. The plasma-chemical methods of producing coatings for foam glass surface. Vestnik of Belgorod Shukhov State Technological University. 2013. no 3. pp. 148–152.

5. Tyutyunnikov N.P., Tsurkan I.A., Chalaya I.V. Producing foam glass on the base of industrial waste. Glass of the world, 2003, no 2, p. 78.

6. Ed. by Bragina L.L. and Zubekhin A.P. Technology of enamel and protective coating: Study guide. Novochoerkassk: SRSPU (NPI); Kharkov: NTU «KPI», 2003, p. 488.

7. Godeke N. Development of building materials by the example of the new foam glass. Anwen-dungsorientierte Baustoffentwicklyng am beispiel eines neuen Glass shaums / H. Godeke, G. Balyke // Bauhusik. 1999. – no 5. – pp. 236–238. – It.

8. Kazmina O.V., Vereshchagin V.I., Abiyaka A.N., Expansion of Raw Materials Base for Production of Foam-Glass-Crystal Materials. Construction materials, 2012. no 1, pp. 44–46.

9. Ventrella Andrea, Smeacetto Federico, Salvo Milena and Ferraris Monica. A new glass coating for foam glass. Int. J. Appl. Ceram. Technol, 2011, no 1, pp. 187–193.

Рецензенты:

Везенцев А.И., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой общей химии, ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород;

Бессмертный В.С., д.т.н., профессор кафедры непродовольственных товаров Белгородского университета потребительской кооперации, экономики и права, г. Белгород.

Работа поступила в редакцию 05.12.2014.

УДК 553.971: 547.9

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА БИТУМИНОЗНЫХ КОМПОНЕНТОВ НИЗИННЫХ ТОРФОВ ДВУХ БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ

^{1,2}Серебренникова О.В., ¹Стрельникова Е.Б., ¹Дучко М.А., ³Аверина Н.Г., ³Козел Н.В.

¹ФГБУН Институт химии нефти СО РАН, Томск, e-mail: seb@ipc.tsc.ru;

²ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»,
Томск, e-mail: ovs49@yahoo.com;

³Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси, Минск, e-mail: averina_ng@tut.by

Для определения влияния природно-климатических условий на формирование химического состава торфа проведен анализ особенностей индивидуального состава битумов низинных торфов двух болотных экосистем – болота Темное (Западная Сибирь) и торфяного месторождения Бартениха (Беларусь). Методом ГХ-МС определен состав и содержание n-алканов, n-алканонов, n-альдегидов, жирных кислот и их эфиров, стероидов, сескви-, ди- и тритерпеноидов, методом ЖХ-СФ – каротиноидов и тетрапиррольных пигментов. Во всех образцах в составе битуминозных компонентов доминируют n-алканы, основную часть которых составляют нечетные гомологи C₁₉-C₃₁. Распределение и содержание n-алканонов, жирных кислот и их эфиров в торфах болотных экосистем Беларуси и Западной Сибири схоже. Наибольшие различия среди битуминозных компонентов торфов обнаружены в составе и содержании циклических изопреноидов. В торфах, в исходной биомассе которых высока доля хвойных растений, наблюдается повышенное содержание дитерпеноидов, доминирует норабитан. Содержание сквалена и стероидов, среди которых преобладают C₂₉, повышено в торфах болота Темное. Во всех исследованных образцах торфа тритерпеноиды представлены структурными аналогами гопана, олеанана и лупана. Отношение содержания стероидов к тритерпеноидам варьирует в небольших пределах, за исключением образца осоково-гипнового торфа, в котором тритерпеноиды в несколько раз преобладают над стероидами. В составе пигментов всех торфов зафиксировано наличие феофитинов а и b, в западносибирских и одном из торфов Беларуси присутствует также феофорбид, свидетельствующий о более активной трансформации хлорофилла в этих залежах. Наличие в одном из образцов торфа Беларуси бактериофеофитина b указывает на вклад в торфообразование на этом участке болота фотосинтезирующих бактерий. В целом отличия, выявленные в составе битуминозных компонентов торфов Беларуси и Западной Сибири, обусловлены особенностями растительных сообществ, населяющих торфяные болота, которые связаны с климатическими различиями этих природных зон.

Ключевые слова: битуминозные компоненты торфа, ГХ-МС, n-алканы, n-алканоны, жирные кислоты и их эфиры, сескви-, ди- и тритерпеноиды, стероиды

THE COMPARATIVE ANALYSIS OF BITUMINOUS COMPOUNDS CHEMICAL COMPOSITION OF TWO BOG ECOSYSTEMS LOWLAND PEAT

^{1,2}Serebrennikova O.V., ¹Strelnikova E.B., ¹Duchko M.A., ³Averina N.G., ³Kozel N.V.

¹Institute of Petroleum Chemistry, SB RAS, Tomsk, e-mail: seb@ipc.tsc.ru;

²National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, e-mail: ovs49@yahoo.com;

³Institute of Biophysics and Cell Engineering of National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, e-mail: averina_ng@tut.by

The study determined the chemical compounds specific for lowland peat bitumen of Belarus and Western Siberia. The peat bitumen composition is characterized by the presence of special chemical compounds groups, which are similar for peat from different indigenous zones, the content of individual compounds varies. n-Alkanes predominate among bituminous compounds in all samples, the major part of them is composed by odd homologues C₁₉-C₃₁. According to the composition of n-alkanes were calculated TAR and Paq indices, which reflect the contribution of plant individual species in peat formation. The greatest differences were found in the composition and the content of cyclic isoprenoids: bi- and pentacyclic isoprenoids prevail in Belarus peat, tri- and tetracyclic – in West Siberia peat. In all studied peat samples triterpenoids are presented by structural analogues of hopane, oleanane and lupane, steroids are characterized by the domination of the C₂₉ homologue. The content of squalene and steroids is increased in the bog Temnoye peat. Among plant pigments were identified pheophytins a and b in all samples and also pheophorbide in all West Siberian and one of the Belarus peat samples. The content of pigments varies greatly between different peat samples. In general, the differences in bitumen composition of Belarus and Western Siberia peat are determined by the peculiarities of bog vegetation and climate pattern of these indigenous zones.

Keywords: peat bituminous compounds, GC-MS, n-alkanes, n-alkanones, fatty acids and their esters, sesqui-, di- and triterpenoids, steroids

Битумы торфов, составляющие, как правило, небольшую долю их органической массы, представляют собой конгломерат разнообразных химических соединений с различной устойчивостью к воздействию био- и геохимических факторов, обусловли-

вающих торфонакопление. Таким образом, изучение состава битумов, имеет большое значение для понимания механизма торфообразования.

До недавнего времени изучение битумов различных видов торфа ограничива-

лось, главным образом, определением общей битуминозности, однако современный уровень развития науки и техники позволяет провести детальный анализ состава индивидуальных химических соединений, образующих торфяной битум.

Цель исследования

Определение основных химических соединений, свойственных битумам низинных торфов Беларуси и Западной Сибири,

и влияния на их состав региональных различий в природно-климатических условиях торфообразования.

Материалы и методы исследования

В качестве объектов исследования были выбраны несколько видов репрезентативных низинных торфов близкой степени разложения (табл. 1). Торфа были отобраны из разных объектов: болота Темное (Томская область, Россия) и торфяного месторождения Бартениха (Минская область, Беларусь).

Таблица 1

Характеристика исследованных образцов низинных торфов

Индекс образца	Глубина отбора, м	Вид торфа	R, %	pH	БИТ, %
Торфа месторождения Бартениха, Беларусь					
1156	0,0–0,1	Древесно-тростниковый	35	5,2	0,7
122*	0,0–0,1	Осоково-гипновый	20–25	6,5	2,1
128*	0,0–0,1	Ольховый	40	6,2	2,9
Торфа болота Темное, Западная Сибирь					
1	0,1–0,15	Древесно-осоковый	25	5,1	3,4
3	–	Древесный	35	4,5	5,1

Примечание. *участки осушенного болота.

Битуминозные компоненты (БИТ) выделяли из торфа экстракцией 7%-ым раствором метанола в хлороформе при 60 °С. Анализ состава экстрактивных веществ осуществляли методом газовой хромато-масс-спектрометрии (ХМС) с использованием магнитного хромато-масс-спектрометра DFS фирмы «Thermo Scientific» (Германия). Качественную и количественную оценку содержания тетрапирролов и каротиноидов в ацетоновых экстрактах торфов проводили с помощью жидкостного хроматографа высокого давления Shimadzu Prominence LC 20 (Япония). Пигменты регистрировали спектрофотометрическим детектором с диодной матрицей Shimadzu SPD-M20A

(Япония) в диапазоне 200–700 нм. Более детальное описание методов выделения и анализа экстрактов приведены в [1, 2].

Результаты исследования и их обсуждение

В исследованных образцах торфов методом ХМС идентифицированы представители *n*-алканов, аренов, жирных кислот и их эфиров, токоферолов, *n*-алканолов, *n*-альдегидов, ациклических, а также би-, три-, тетра- и пентациклических изопреноидов (табл. 2).

Таблица 2

Содержание отдельных групп органических соединений в низинных торфах

Участок отбора	Бартениха, Минская область	Темное, Томская область
Класс соединений	Среднее значение, % отн.	Среднее значение, % отн.
<i>n</i> -Алканы	47,4 ± 9,4	42,7 ± 0,2
Арены	0,7 ± 0,3	0,1 ± 0,1
Жирные кислоты	8,4 ± 5,2	3,1 ± 2,9
Эфиры жирных кислот	6,3 ± 4,9	10,7 ± 3,1
Токоферолы	0,9 ± 0,2	2,5 ± 0,7
<i>n</i> -Алкан-2-оны	12,3 ± 2,4	10,7 ± 0,7
<i>n</i> -Альдегиды	5,5 ± 0,9	3,1 ± 0,4
<i>n</i> -Алканолы	0,7 ± 0,1	3,7 ± 0,3
Ациклические изопреноиды	7,3 ± 4,6	1,7 ± 0,5
Сесквитерпены	3,0 ± 2,0	1,6 ± 1,2
Дитерпены	1,6 ± 1,2	9,9 ± 2,8
Стероиды	2,1 ± 1,1	5,9 ± 3,6
Тритерпены	3,9 ± 1,2	4,3 ± 0,8

Торфа Беларуси

Торфа Западной Сибири

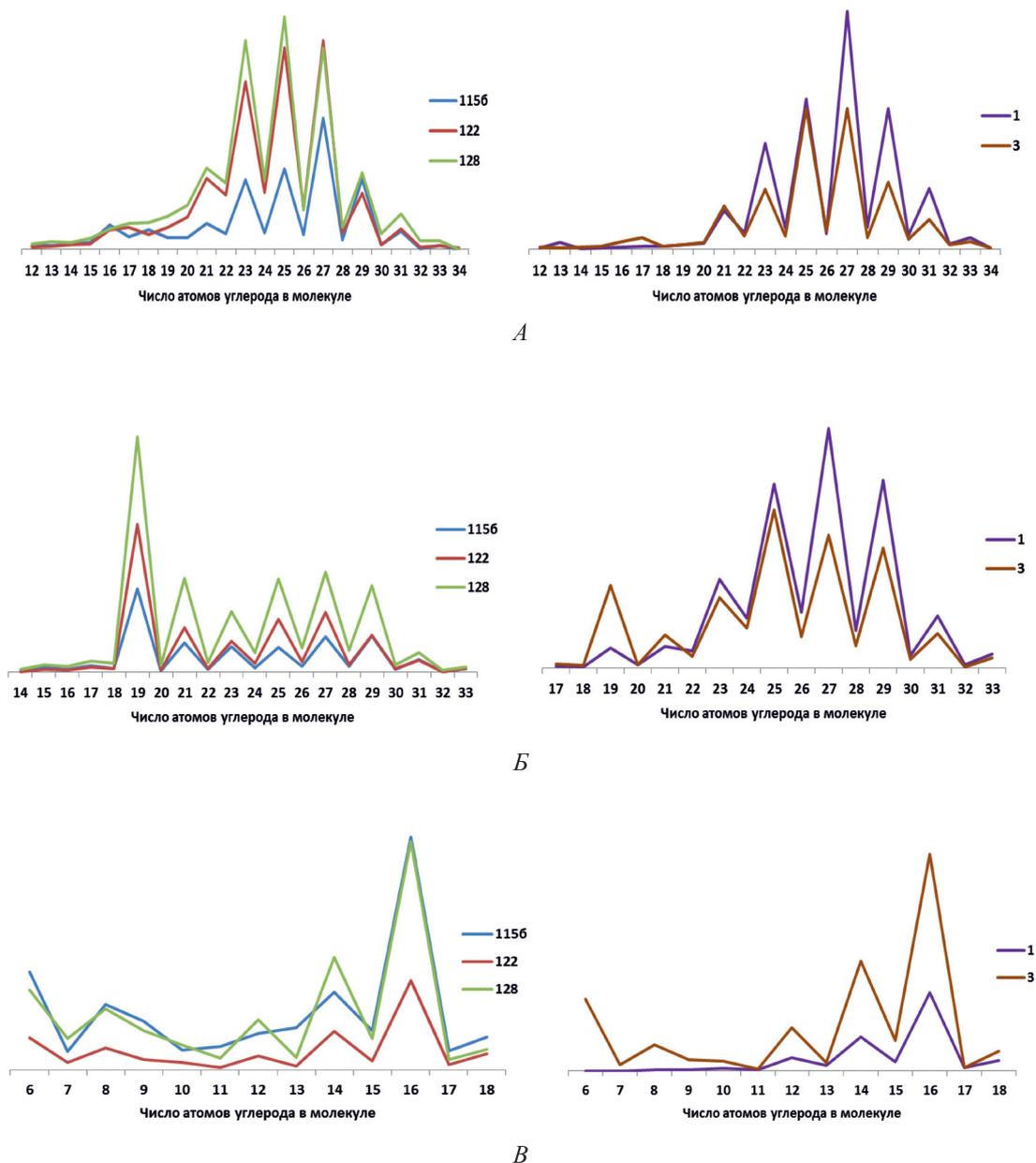


Рис. 1. Распределение *n*-алканов (А), *n*-алкан-2-онов (Б) и жирных кислот (В) в торфах низинных болот Беларуси и Западной Сибири

Согласно полученным данным, среди органических соединений в низинных торфах Беларуси и Западной Сибири преобладают *n*-алканы (табл. 2), в то время как содержание ароматических углеводородов (аренов) во всех изученных образцах торфа не превышает 1% от общего содержания идентифицированных соединений. Основную массу *n*-алканов образцов торфов составляют нечетные гомологи C_{21} – C_{31} (рис. 1, А).

По составу *n*-алканов были рассчитаны коэффициенты, отражающие вклад отдельных видов торфообразующих растений в состав органического вещества (ОВ) торфов. Для отражения вклада наземного и водорослевого материала в ОВ был рассчитан индекс *TAR* [3] и относительное процентное содержание C_{27} , C_{29} и C_{31} *n*-алканов [6]. Вклад водных макрофитов и наземных растений определяли по индексу *Paq* [4]. Согласно

полученным данным вклад макрофитов, фитопланктона и цианобактерий в формирование торфа повышен в торфяной залежи месторождения Бартениха. Значение Paq для торфов этого месторождения составляет 0,79–0,83, обратная величина TAR – 0,2–0,3. Для торфов болота Темное эти величины ниже (0,56–0,67 и 0,02–0,09 соответственно), но зафиксирован повышенный вклад травянистой растительности (C_{31}).

Близкое распределение к n -алканам имеют n -алкан-2-оны (рис 1, *Б*). В ряду гомологов C_{19} – C_{33} в торфах болота Темное преобладают нечетные гомологи C_{25} – C_{29} , а в торфах месторождения Бартениха наряду с нечетными гомологами C_{25} – C_{29} отмечено повышенное содержание низкомолекулярного гомолога C_{19} , нехарактерного для распределения n -алканов в образцах торфов.

Схожим набором соединений во всех изученных образцах представлены также другие алифатические структуры: гексадециловые, метиловые, этиловые и изопропиловые эфиры жирных кислот, n -альдегиды и n -алканола.

Среди жирных кислот доминирует гексадекановая (пальмитиновая) кислота, в значительных концентрациях присутствует также тетрадекановая (миристиновая) кислота (рис. 1, *В*).

Повышенное содержание ациклических изопреноидных кетонов и спиртов ряда фитола характерно для исследованных торфов Беларуси, в то время как в торфах болота Темное в значительных количествах присутствуют сквален и токоферолы, среди которых доминирует α -форма.

Исследованные низинные торфа существенно различаются по содержанию циклических изопреноидов: в торфах Беларуси преобладают би- и пентациклические структуры, в западносибирских торфах – три- и тетрациклические (табл. 2). В образцах торфа болота Темное, где среди древесных остатков высока доля хвойных, доминируют дитерпеноиды. Это согласуется с общепринятым взглядом на происхождение дитерпеноидов в осадках, которое связывают преимущественно со смолой хвойных растений.

Сесквитерпеноиды в торфах представлены разнообразными бициклическими структурами: частично ненасыщенными, среди которых преобладает δ -кадинен, нафтеноароматическими (каламеном, α - и β - калакоренами), а также биароматическим соединением – кадаленом. Присутствие этих сесквитерпеноидов характерно для широкого круга растений и большинства хвойных пород.

Дитерпеноиды в исследованных образцах торфа представлены трициклическими

структурами – нафтеновыми, нафтеноароматическими и ароматическими углеводородами, продуктами преобразования абиетиновой кислоты, а также этерифицированными производными дегидроабиетиновой кислоты. Кислородсодержащие соединения представлены, кроме того, лабденами (маноилоксидами). В максимальном количестве (около 90% отн.) во всех торфах, кроме осоково-гипнового, доминирует насыщенный углеводород – 18-норабиетан – продукт восстановления исходных биологических молекул.

В составе стероидов, повышенным содержанием которых отличаются западносибирские торфа, преобладают стероиды C_{29} (рис. 2, *А*). – сито- и стигмастеролы и их производные, на втором месте по распространенности – производные кампе- и криностеролов (C_{28}). Производные холестерина (C_{27}), ланостерола и циклоартенола (C_{30}), как и собственно холестерол, присутствуют только в торфах болота Темное.

Производные стеролов в торфах болота Темное представлены углеводородом стигмаст-3,5-диеном, насыщенными структурами – станолами и станонами и ненасыщенными стенонами. В торфах Беларуси станолаы отсутствуют, а единственный стерол – ситостерол в невысокой концентрации зафиксирован только в торфе ненарушенной залежи. К исчезновению стеролов и образованию стенонов и станонов – основных предшественников стероидов в торфах Беларуси, могло привести активное окисление ОВ с образованием стигмаст-4-ен-3-она и его преобразование в станоны путем гидрирования [5]. В торфах болота Темное среди стероидов также преобладают станоны и стеноны, но концентрация ситостерола в них весьма значительна.

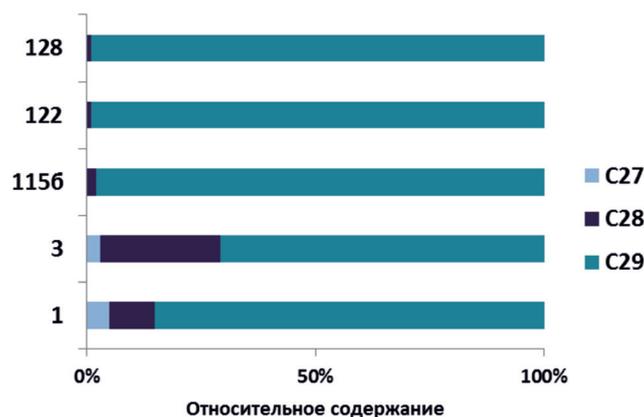
В исследованных торфах отношение содержания стероидов к тритерпеноидам варьирует от 0,7 до 1,8, за исключением образца осоково-гипнового торфа месторождения Бартениха, где тритерпеноиды преобладают над стероидами в 6,5 раза.

Тритерпеноиды в исследованных образцах торфа представлены тремя группами пентациклических структур. Это структурные аналоги гопана, олеанана и лупана с различными боковыми заместителями. В торфах болота Темное эти группы соединений присутствуют в близких концентрациях, а в торфах Беларуси – понижено содержание гопаноидов (рис. 2, *Б*). Структурные аналоги олеанана и лупана включают кетоны и спирты с одной-двумя ненасыщенными связями в молекулах. Производные лупана в западносибирских торфах, кроме того, содержат углеводороды с одной и двумя двойными связями, а в торфах Беларуси среди производных

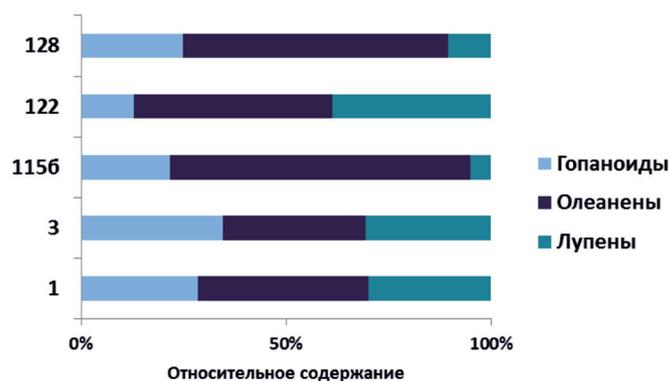
олеанана присутствует углеводород тараксерен. Гопаноиды представлены насыщенными углеводородами и углеводородами с одной ненасыщенной связью в различных положениях молекул. Содержание структур, содержащих двойные связи, существенно выше, чем насыщенных. В торфах Западной Сибири присутствуют также гопаноиды с кето- и спиртовой группами в молекулах. Среди пентациклических структур

в образцах торфов Беларуси доминирует D-Фриедоолеан-14-ен-3-он (тараксерон), в образце осоково-гипнового торфа в близком количестве обнаружен также луп-20(29)-ен-3-он, который преобладает в составе три-терпеноидов в торфах болота Темное.

Анализ содержания в торфах растительных пигментов показал существенные качественные и количественные различия между отдельными образцами (табл. 3).



А



Б

Рис. 2. Распределение структурных групп стероидов (А) и тритерпеноидов (Б) в образцах торфов

Таблица 3

Содержание тетрапирролов и каротиноидов в низинных торфах

Индекс образца	Феофитин а	Феофитин b	Бактериофеофитин b	Феофорбид а	Неоксантин
	мкг/г сухого веса				
Бартениха, Минская область					
1156	6,2	4,8	н.о.*	н.о.	н.о.
122	1,0	0,4	н.о.	н.о.	н.о.
128	0,8	0,3	следы	0,07	н.о.
Темное, Томская область					
1	3,30	1,39	н.о.	1,18	0,71
3	7,82	3,91	н.о.	3,60	0,16

Примечание. * н.о. – не обнаружено.

Во всех торфах зафиксировано наличие феофитина *a* и феофитина *b*, причем наименьшее количество этих пигментов было выявлено в образцах № 122 и 128, взятых из осушенного болота, а наличие в одном из них следов бактериофеофитина *b* указывает на вклад в торфообразование на этом участке болота фотосинтезирующих видов бактерий. В торфах Западной Сибири и в меньшем количестве в образце № 128 из осушенного болота Беларуси был выявлен еще один пигмент растительного происхождения – феофорбид, наличие которого может свидетельствовать о более активной трансформации хлорофилла в этих залежах. Кроме пигментов хлорофильной природы в образцах торфов Западной Сибири, в отличие от белорусских, присутствует каротиноид неоксантин.

Заключение

Состав битумов низинных торфов характеризуется наличием определенных групп химических соединений, набор которых примерно одинаков для торфов различных экосистем. В то же время состав индивидуальных компонентов в пределах рассматриваемых групп соединений подвержен изменениям: меньшим – для соединений, представляющих собой алифатические структуры, и большим – для соединений циклической изопреноидной природы. Кроме того, внутри каждой экосистемы состав битумоидов торфов отражает вклад отдельных растений в образование данного вида торфа. Отличия, выявленные в составе битуминозных компонентов торфов Беларуси и Западной Сибири, обусловлены особенностями растительных сообществ, населяющих торфяные болота, которые связаны с климатическими различиями этих природных зон и специфическими условиями торфообразования.

Список литературы

1. Серебrenникова О.В., Стрельникова Е.Б., Преис Ю.И., Аверина Н.Г., Козел Н.В., Бамбалов Н.Н., Ракович В.А.

Состав экстрактивных веществ торфов осушенных и ненарушенных верховых болот Беларуси и Западной Сибири // Известия Томского политехнического университета. – 2014. – Т. 325, № 3. – С. 31–45.

2. Стрельникова Е.Б., Серебrenникова О.В., Преис Ю.И. Кислородсодержащие органические соединения битуминозных компонентов верховых торфов юга Западной Сибири // Химия твердого топлива. – 2014. – № 2. – С. 12–18.

3. Cranwell P. Lipids of aquatic sediments and sedimenting particles // Progress in Lipid Research. – 1982. – Vol. 21. – P. 271–308.

4. Ficken K.J., Li B., Swain D.L., Eglinton G. An n-alkane proxy for the sedimentary input of submerged/floating freshwater aquatic macrophytes // Organic Geochemistry. – 2000. – Vol. 31. – P. 745–749.

5. Hebbing Y., Schaeffer P., Behrens A., Adam P., Schmitt G., Schneckeburger P., Bernasconi S.M., Albrecht P. Biomarker Evidence for a Major Preservation Pathway of Sedimentary Organic Carbon // Science. – 2006. – Vol. 312. – P. 1627–1631.

6. Silliman J.E., Meyers P.A., Bourbonniere R.A. Record of postglacial organic matter delivery and burial in sediment of Lake Ontario // Organic Geochemistry. – 1996. – Vol. 24. – P. 463–472.

References

1. Serebrennikova O.V., Strelnikova E.B., Preys Yu.I., Averina N.G., Kozel N.V., Bambalov N.N., Rakovich V.A. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University*, 2014, vol. 325, no. 3, pp. 31–45.

2. Strelnikova E.B., Serebrennikova O.V., Preys Yu.I. *Khimiya tverdogo topliva – Solid Fuel Chemistry*, 2014, no. 2, pp. 12–18.

3. Cranwell P. *Progress in Lipid Research*, 1982, vol. 21, pp. 271–308.

4. Ficken K.J., Li B., Swain D.L., Eglinton G. *Organic Geochemistry*, 2000, vol. 31, pp. 745–749.

5. Hebbing Y., Schaeffer P., Behrens A., Adam P., Schmitt G., Schneckeburger P., Bernasconi S.M., Albrecht P. *Science*, 2006, vol. 312, pp. 1627–1631.

6. Silliman J.E., Meyers P.A., Bourbonniere R.A. *Organic Geochemistry*, 1996, vol. 24, pp. 463–472.

Рецензенты:

Девятков В.П., д.г.-м.н., старший научный сотрудник, заведующий лабораторией геологии нефти и газа ФГУП «СНИИГГиМС» МПР РФ, г. Новосибирск;

Черкасова Т.Г., д.х.н., профессор, директор Института химических и нефтегазовых технологий ФГБОУ ВПО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева», г. Кемерово.

Работа поступила в редакцию 05.12.2014.

УДК 631. 143. 517. 6

**БИОЛОГИЗАЦИЯ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА ДАЛЬНОМ ВОСТОКЕ РОССИИ.
ПЕРСПЕКТИВЫ И РЕАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ****Голов В.И., Бурдуковский М.Л.***ФГБУН «Биолого-почвенный институт Дальневосточного отделения РАН»,
Владивосток, e-mail: golov@ibss.dvo.ru*

Статья посвящена обзору альтернативных конвенциональному (традиционному) методу ведения сельского хозяйства с применением интенсивной химизации – биологическим и биодинамическим методам повышения плодородия почв и увеличения урожаев возделываемых культур в условиях Дальнего Востока. Их преимуществам и недостаткам, а также перспективам и актуальности развития исследований в области биологического почвоведения. Акцентируется внимание на негативных факторах, возникающих в пахотных почвах при длительной их химизации. Приведены краткие результаты успешного использования активных штаммов клубеньковых бактерий для сои, выделенных из аборигенной микрофлоры. Впервые получены данные, свидетельствующие об увеличении урожайности, содержания гумуса и количества элементов питания в почвах при внедрении биологических севооборотов с посевами многолетних трав.

Ключевые слова: биологическое земледелие, симбиотическая и ассоциативная азотофиксация, автотрофные и гетеротрофные нитрификаторы

**BIOLOGICAL METHODS USED IN AGRICULTURE IN THE RUSSIAN FAR EAST.
PERSPECTIVES AND REALITIES****Golov V.I., Burdukovskiy M.L.***Institute of biology & soil science, Far East Branch, Vladivostok, e-mail: golov@ibss.dvo.ru*

The article reviews the alternative and conventional methods used in agriculture with intensive chemization application – biological and biodynamic methods for enlargement soil fertility and harvest of the cultures cultivated in the conditions of the Russian Far East. Their advantages, defects, perspectives and actual development of research in the area of biological soil science have been shown. A special attention is accented on the negative factors appearing in the arable soils when applying chemical fertilizers for a long time. The brief results of the successful use of active strains of soybean root-nodule bacteria isolated from the indigenous microflora are given. Firstly data has been obtained showing an increase in yield, humus content and the amount of nutrients in the soils when biological crop rotations with perennial grasses have been implemented.

Keywords: biological agriculture, symbiotic and associative nitrogen fixation, autotrophic and heterotrophic nitrifying

Почвенные исследования до недавнего времени были сфокусированы на генезисе и географии почв, их составе и факторах влияния на них. В основном велись исследования по минералогии почв, их химическим и физическим свойствам. В ближайшее время, очевидно, придется чаще сталкиваться с такими отраслевыми науками как биология (прежде всего микробиология), гидрология и экология.

В последние годы глобальные проблемы человечества, особенно экологические и продовольственные, оказались в центре внимания мировой общественности. Поэтому ученые в области почвоведения, агрохимии, земледелия и других отраслей науки, имеющих непосредственное отношение к сельскому хозяйству, столкнулись с задачами увеличения производства продуктов растениеводства и животноводства при росте численности населения и уменьшении площадей сельскохозяйственных угодий, а также ресурсов пресной воды. Ранее решение этих проблем в основном осуществлялось с помощью приемов и стратегий конвенционального или интенсивного земледелия, важнейшим компонентом кото-

рой был рост применения минеральных удобрений, прежде всего N, P и K, а также пестицидов в сочетании с генетически улучшенными и адаптированными сортами и гибридами возделываемых культур.

Применение агрохимикатов во многих странах в настоящее время подвергается усиленной критике из-за их больших потерь при внесении, постоянных передозировок (внесение в запас) и низкой усвояемости возделываемыми культурами (от 30 до 50%). Еще сто лет назад немецким ученым Рудольфом Шнайдером, основателем биолого-динамического земледелия, было высказано опасение, что излишнее увлечение минеральными удобрениями приведет не только к локальному загрязнению почв, но и к глобальному потеплению климата, разрушению озонового слоя и к эвтрофикации поверхностных и грунтовых вод [17]. В настоящее время многие его предсказания оказались пророческими. Площади пахотных угодий непригодных или мало-пригодных для получения рентабельной продукции с наступлением XXI века стали резко увеличиваться и, как следствие, изыматься из обращения повсеместно. В Рос-

сии из-за экономического кризиса это началось несколько раньше (с 1990 года). Так по состоянию на 2003 год в РФ имелось 197,6 млн га с.-х. земель, в том числе 120,9 млн га пашни. По данным Росгипрозема, 63% с.-х. угодий подвержены процессам эрозии, из них 28% сильно эродированы, 22% засолены, 14% переувлажнены и заболочены, около 3% загрязнены радионуклидами, а 50 млн га подвержены опустыниванию или опасны в этом отношении [16]. Таким образом, по выводу из оборота сельскохозяйственных и прежде всего пахотных земель к 2003 году, по данным FAO Россия твердо удерживает первое место в мире (55 млн га), на втором месте Австралия (40,8 млн га), на третьем США (35,7 млн га) [8].

Несмотря на то, что последователей биологического земледелия среди фермеров в мире немного (около 1,5%) и производство не очень рентабельно, следствием чего является повышенная стоимость производимой ими продукции, популярность ее растет. Подъем наблюдается и в научных исследованиях в области биологического земледелия, судя по числу публикаций на эту тему, как в России, так и за рубежом, особенно в области почвенной микробиологии. В некоторой степени этому способствовали применение новых для этой области знаний методов секвенирования и геномной инженерии, способствующих идентификации и более строгой классификации почвенной микрофлоры. Так с помощью молекулярного анализа почвенной микрофлоры, играющей важную роль в биосфере, микробиологами университетов США, Германии и Великобритании обнаружено в поверхностном слое Земли нескольких миллионов видов микроорганизмов, еще не известных науке. Направлениями этих исследований являлось выявление биоразнообразия микроорганизмов в отдельных горизонтах почвы, источники их питания и влияние почвенной микрофлоры на окружающую среду. Сделан вывод о том, что к настоящему времени микробиологическим исследованиям подвержен только тонкий поверхностный слой Земли, тогда как подавляющая масса микроорганизмов находится в глубине нашей планеты [18].

Не так давно было обнаружено, что с помощью корневых выделений возделываемые культуры могут влиять и даже формировать необходимую ей ризосферную микрофлору. Общеизвестна способность бобовых культур питаться атмосферным азотом с помощью клубеньковых бактерий. Однако большинство культурных рас-

тений таковой способностью не обладают. К примеру, злаковые культуры пользуются услугами свободноживущей в ризосфере микрофлорой. Причем объем этого биологического азота может достигать тех количеств, которые необходимы для выращивания полноценного урожая, и в основном за счет атмосферного азота. Эти возможности свободноживущей (в основном беспоровой микрофлоры) до недавнего времени явно недооценивались. Последними работами отечественных и зарубежных ученых было установлено, что увеличение размеров азотфиксации возможно на основе создания особых сортов небобовых культур, способных существенно ускорить, этот процесс, например, за счет специально подобранных аборигенных популяций азотфиксирующих микроорганизмов. Было обнаружено, что некоторые генотипы ячменя различались по способности такого рода азотфиксации в 108 раз, а тритикале (гибрид пшеницы и ржи) – в 96 раз. Причем, эти различия можно поддерживать в процессе семеноводства, т.е. закреплять в наследуемых признаках [15].

Нашими дальневосточными микробиологами в последние годы во главе с академиком РАСХН В.А. Тильбой [10] были изучены природные популяции ризобий сои в районах произрастания дикорастущего и культурного вида на юге Дальнего Востока. Были выделены высокоактивные штаммы клубеньковых бактерий из дикорастущей сои, превосходящие культурные аналоги по вирулентности, активности и энергии роста в несколько раз. Это позволило увеличить в отдельных случаях долю симбиотического азота в урожае сои до 90% и получить прибавки урожая зерна сои от 2 ц (в Амурской области) до 18 ц/га (в Крыму и Казахстане). Особенно высокая эффективность выделенных штаммов ризобий (ББ-49 и др.) в районах, где их природная популяция отсутствует, т.е. там, где соя недавно вошла в культуру, или иначе говоря, интродуцирована. В созданной этими учеными уникальной коллекции клубеньковых бактерий сои, насчитывающей более 1000 единиц хранения, есть штаммы, обладающие весьма ценными свойствами. Например, устойчивые к гербицидам, высокой кислотности почв, повышенной концентрации молибдена. Последний пример требует пояснений. Помимо генетических особенностей успешной фиксации азота для микроорганизмов, как и для растений, требуются оптимальные условия для их роста и развития, из которых наиболее важными являются вода и элементы питания. Так в опытах

В.С. Бжеумыхова [1] наиболее мощным фактором усиления симбиотической азотфиксации на фоне инокуляции семян люцерны активными штаммами ризобиума, явилось орошение и оптимальное питание. Без орошения инокуляция увеличила симбиотическую N-фиксацию в среднем на 52 кг/га, при орошении без внесения P, B, Mo на 77 кг/га, а при поливах и при внесении P, B, Mo на 93 кг/га. Это свидетельствует о том, что орошение посевов должно сопровождаться улучшением минерального питания, особенно теми элементами, которые принимают непосредственное участие в процессе фиксации азота.

В полевых опытах, проведенными нами в разное время на почвах Амурской области, практически всегда наблюдалась высокая отзывчивость сои на внесение молибдена, который принимает активное участие в процессе азотфиксации, входя в состав ключевых ферментов – нитратредуктазы и нитрогеназы. Хорошие результаты показывали и бактериальные удобрения (нитрагин и др.), содержащие активные штаммы клубеньковых бактерий. Однако их совместное применение методом обработки семян перед посевом, рекомендованное еще в 1962 году В.Т. Куркаевым [7], не всегда приводило к ожидаемому кумулятивному эффекту. Последующими опытами микробиологов выяснилось, что применение растворов солей Mo рекомендованными концентрациями (1,25 и 2,5%) вызывает резкое снижение титра живых клеток, а иногда и полную их гибель. Применение молибдена методом предварительного накопления в семенах с последующей инокуляцией нитрагином, разработанный и предложенный нами, снял эту проблему, но в практике не привился из-за более сложной технологии внесения [3]. И все же со временем дальневосточные микробиологи выделили штаммы клубеньковых бактерий (ГД-56 и БД-3) из диких популяций сои, которые оказались устойчивы к применяемым концентрациям молибденовых удобрений [11].

До недавнего времени считалось, что фиксировать атмосферный азот может только небольшая группа микроорганизмов (*Azotobacter*, *Clostridium*, *Rhizobium*). В последние годы согласно исследованиям, проведенным как у нас в стране, так и за рубежом, обнаружилось, что таковой способностью обладают представители практически всех физиологических и таксономических групп прокариот: хемолитотрофов, фототрофов и гетеротрофов, аэробов и анаэробов, грамположительных и грамотрицательных [14]. И это свойство

(способность фиксировать атмосферный азот) было включено в перечень принципиальных диагностических признаков, наравне с отсутствием клеточного ядра, отличающих прокариот от царства эукариот. С этого момента эукариоты (грибы, водоросли, высшие растения и животные) были окончательно исключены из числа азотофиксаторов [4]. Не имея способности к азотфиксации, эукариоты в процессе эволюции выработали способность к образованию сообщества с бактериями-дiazотрофами. Такие системы весьма разнообразны по составу как микроорганизмов-дiazотрофов так и растений. Однако они обладают одним общим и весьма ценным для практики свойством – тесным сопряженным взаимодействием биогеохимических циклов азота и углерода. Это достигается интеграцией и синхронизацией азотного и углеродного метаболизма бактерий с одной стороны и растений или животных с другой, чего практически невозможно достичь искусственным внесением минеральных удобрений.

Максимальная продуктивность азотфиксации отмечена у бобовых растений в симбиозе с клубеньковыми бактериями, которые производят 25–35% мирового объема пищевого и кормового белка. На площади, которую они занимают (250 млн га пашни) масса фиксированного ими азота составляет 90 млн т в год, а для того чтобы произвести такое же количество минеральных азотных удобрений, необходимо затратить 288 млн т топлива стоимостью около 30 млрд долларов [2]. Ориентировочно такой же продуктивностью обладают произрастающие в лесах азотфиксирующие небобовые растения (ольха, лох, облепиха, малина и др.), существующие в симбиозе с актиномицетами рода *Frankia*, однако их роль в азотном балансе биосферы, к сожалению, изучена намного слабее, чем культурных растений. Давно известны и довольно широко используются в тропиках для рисосеяния симбиоз цианобактерий *Anabaene* с водным папоротником *Azolla*, который используется как сидерат, обогащенный азотом.

И все же, несмотря на высокую эффективность симбиотической азотфиксации, ее роль в общепланетарном балансе азота невелика из-за ограниченности распространения таких систем. К примеру, доля бобовых культур не превышает 10% от мирового пахотного фонда, а в естественных фитоценозах они появляются лишь на первых этапах растительных сукцессий после вырубок или пожаров. Согласно многочисленным оценкам, азот в природе

в основном связывается так называемой ассоциативной азотфиксацией в бактериально-растительных системах, не образующих клубеньков. Именно этот способ фиксации азота поддерживает естественный планетарный круговорот данного элемента. Так, например, в умеренных широтах таким способом фиксируется в среднем около 40 кг/га молекулярного азота, а ближе к экватору до 100 кг/га [13].

Впервые азотфиксацию в мире животных обнаружили у термитов, саранчевых, тлей и тараканов, а из позвоночных – у полёвок, песчанок и других. Причем в первую очередь у тех животных, в питании которых преобладала углеводная пища (целлюлоза, крахмал, гемицеллюлоза), т.е. небелковые продукты, содержащие мало азота. Вполне вероятно, что в будущем будут найдены новые экологические ниши с более высоким уровнем микробной азотфиксации [5].

Несколько слов о почвенной нитрификации, что очень важно для понимания биогеохимического круговорота азота в биосфере. В природе, и в первую очередь в почвах, она осуществляется двумя принципиально разными группами микроорганизмов. В первую входят однородные, специализированные на определенных субстратах аэробные автотрофные бактерии-нитрификаторы (*Nitrosomonas*). Они встречаются повсеместно в почвах, в пресных и соленых водоемах, в месторождениях полезных ископаемых и даже на каменных и железобетонных сооружениях и объединены в 10 родов. Основная физиологическая особенность автотрофных нитрификаторов – необычайно высокая требовательность к условиям внешней среды: температура 25–30°, рН = 7,5–8,0, аэробная среда, т.е. наличие молекулярного кислорода и отсутствие органического вещества. Поэтому во внешней среде они очень уязвимы, т.к. мало выживают при отсутствии тепла, кислорода, а также в кислых, щелочных и высокогумусированных почвах. Однако природа не может обходиться без нитрификации с таким набором «капризных» микроорганизмов. Во внешней среде широко распространены гетеротрофные нитрификаторы из родов *Bacillus*, *Streptomyces* и многих других. Эта способность обнаружена и у микроскопических грибов – *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* и других. При гетеротрофной нитрификации окисление аммиака и других восстановленных соединений азота в нитраты происходит только при наличии органики и не служит источником энергии для организма, ее осуществляющего, чем они прин-

ципально отличаются от автотрофных нитрификаторов. Хотя активность гетеротрофной нитрифицирующей микрофлоры по образованию нитратов значительно ниже (в 10–1000 раз), чем автотрофных, численность их в природе существенно выше. Причем, в отличие от автотрофов они не столь капризны и привередливы к условиям существования, поэтому их нитрифицирующая продуктивность бывает более весомой в общем балансе азота на планете [4].

До недавнего времени считалось, что основным нитрифицирующим продуцентом в биосфере являются автотрофные микроорганизмы, а деятельность гетеротрофов не принималась в расчет. В последние годы благодаря ингибиторному анализу с применением таких ингибиторов, как нитрапирина N-serve, аминаотриазола и др., впервые смогли оценить степень участия гетеротрофов в цикле биосферного азота. Особенно высока их активность в естественных почвах и постепенно уменьшается по мере нарастания антропогенного фактора. Так, например, в естественных дерново-подзолистых почвах гетеротрофы продуцируют до 95 % нитратов, а в серых лесных до 40 %. В пахотных аналогах этих же типов почв их участие в нитрификации снижается до 1–16 %, но зато увеличивается количество автотрофов, т.к. повышается комфортность их жизнедеятельности благодаря лучшей аэрации, создаваемой периодической обработкой почв. В значительной мере благоприятствует их жизнедеятельности снижение количества органического вещества и кислотности [6].

Бытует мнение, что нитраты, как хорошо растворимые вещества, легко мигрируют с поверхностными и внутрипочвенными водами в океан. Однако, исследования последних лет опровергают это расхожее утверждение. Дело в том, что денитрификация, которая считается последним звеном глобального цикла азота в биосфере, восстанавливает окисленные формы азота (NO_2 , NO_3) до газообразных окислов (N_2O и N_2). Нитраты восстанавливаются поэтапно, каждый из которых контролируется ферментами, содержащими Mo. Лишь последний этап превращения закиси азота (N_2O) в молекулярный азот (N_2) регулируется ферментом рустицианином, содержащим 4 атома Cu. Этот фермент имеет однотипное строение у самых разных видов бактерий-денитрификаторов, и в то же время он является наиболее чувствительным к изменению среды, точнее ее деградации. Его ингибируют такие вещества

как цианид, ацетилен, азид и другие продукты жизнедеятельности биоты. Видимо, поэтому денитрификация заканчивается на стадии образования закиси азота, который участвует в «парниковом эффекте» и разрушает озоновый слой. Этот процесс усиливается в кислых обесструктуренных, засоленных и загрязненных ТМ почвах [9]. Интенсивная химизация и широкое распространение химических средств защиты растений также усугубляет этот процесс. Таким образом, наблюдаемое нарушение биогеохимических циклов химических элементов и, в первую очередь, азота, увеличение количества закиси азота в атмосфере объясняется общей деградацией почв, скорость которой за последние 50 лет возросла в 30 раз. Поэтому нам необходимо пристальной прismoтеться и ближе познакомиться с природными регуляторами круговорота жизненно важных для биоты химических элементов.

Обнадеживающие результаты получены во ВНИИ сои после прохождения третьей ротации травопольного севооборота (8 полей, в т.ч. 2 поля травы-кострец+люцерна). В этом севообороте применение минеральных удобрений было сведено до минимума. Вместо навоза применяли сапропель и солому, а также гуминовые препараты. Соя была инокулирована активными штаммами клубеньковых бактерий, выделенных из аборигенных диких форм сои. По сравнению с традиционными минеральными севооборотами увеличился урожай сои и пшеницы, повысилось содержание гумуса на 0,11 %, снизилась кислотность, улучшились физические и химические свойства почв [12].

Список литературы

1. Бжеумыхов В.С. Формирование и активность симбиотического аппарата люцерны в зависимости от орошения, внесения макро- и микроудобрений на обыкновенном черноземе // Агрехимические проблемы биологической интенсификации земледелия: сборник докл. Междунар. научно-практич. конф. (Владимир, 5–7 июля 2005 г.). – Владимир, 2005. – С. 267–271.
2. Вэнс К. Симбиотическая азотфиксация у бобовых: сельскохозяйственные аспекты. // Молекулярная биология бактерий, взаимодействующих с растениями. – СПб., 2002. – С. 541–563.
3. Голов В.И., Казачков Ю.Н. Поступление молибдена в растения сои и его последствие при внесении молибденовых удобрений на почвах Дальнего Востока // Агрехимия. – 1973. – № 10. – С. 103–109.
4. Добровольский Г.В., Умаров М.М. Почва, микробы и азот в биосфере // Природа. – 2004. – № 6. – С. 15–22.
5. Кузнецова Т.А., Костина Н.В., Наумова Е.И., Умаров М.М. Микробная азотфиксация в пищеварительном тракте песчанок Калмыкии // Известия РАН. Серия биологическая. – 2010. – № 5. – С. 560–563.
6. Кураков А.В. Грибы в круговороте азота в почвах. Автореф. дис. д-ра биол. наук. – М., 2003. – 42 с.
7. Куркаев В.Т. Результаты изучения нитрагина на местных штаммах под сою // Научные труды Амурской с.х. опытной станции. – 1965. – Т. 1. – С. 119–122.
8. Люри Д.И., Горячкин С.В., Караваева Н.А., Денисенко Е.А., Нефедова Т.Г. Динамика сельскохозяйственных земель России в XX веке и постагрогенное восстановление растительности и почв. М.: Изд. ГЕОС, 2010. – 416 с.
9. Степанов А.Л. Микробная трансформация закиси азота в почвах. Автореф. дис. д-ра биол. наук. – М., 2000. – 40 с.
10. Тильба В.А., Бегун С.А. Совместное применение молибдена и нитрагина для предпосевной обработки семян сои // Увеличение производства сои на основе совершенствования условий питания: научно-технический бюллетень. – 1987. – Вып. 31. – С. 33–42.
11. Тильба В.А., Бегун С.А., Якименко М.В. Изучение природных популяций клубеньковых бактерий сои Российского Дальнего Востока // Аграрные проблемы научного обеспечения Дальнего Востока: сборник науч. труд. конф. посвящ. 45-летию ВНИИ сои. – Благовещенск, 2013. – Т. 2. – С. 13–17.
12. Тильба В.А., Волох И.П., Коротенко Б.А., Абросимова Т.Е. Влияние основной обработки почвы, удобрений и биологических комплексов на продуктивность сои // Аграрные проблемы научного обеспечения Дальнего Востока: сборник науч. труд. конф., посвящ. 45-летию ВНИИ сои. – Благовещенск, 2013. – Т. 2. – С. 7–13.
13. Умаров М.М. Ассоциативная азотфиксация. – М.: Изд. МГУ, 1986. – 136 с.
14. Умаров М.М. Современное состояние и перспективы исследования микробной азотфиксации // Перспективы развития почвенной биологии: труды Всерос. конф. – Москва, 2001. – С. 47–56.
15. Черемисов Б.М. Концепция быстрого перехода мирового земледелия на биологическую фиксацию азота атмосферы // Аграрная наука. – 2000. – № 9. – С. 10–11.
16. Шафронов А.Д. Факторы эффективности землепользования // Земледелие. – 2003. – № 2. – С. 3–5.
17. Koster Werner. Dungung. Notwendige Kulturmaßnahme oder Umweltbelastung? // Geograf. Rdsch. – V. 42. – № 3. – P. 159–163.
18. Philipon Patrick. Des inconnus sous nos pieds // Biofuturologia. – 1999. – № 185. – P. 14–15.

References

1. Bzheumihov V.S. Trudy Mezhdunarodnoy Nauchno Prakticheskoy Konferencii «agrohimicheskie problem biologicheskoi intensifikacii zemledeliya» (Proc. Int. Conf. Agrochemical problems of biological intensification of agriculture). Vladimir. 2005, pp. 267–271.
2. Vance C. Simbioticheskaya azotfiksaciya u bobovih selkhozaystvennie aspekti (Symbiotic nitrogen fixation in legumes: agricultural aspects). SPb. 2002, pp. 541–563.
3. Golov V.I., Kazachkov Y.N. Postuplenie molibdena v rasteniya soi i ego posledstviya pri vnesenii molibdenovih udobrenii na pochvah dalnego vostoka – Agrochemistry, 1973, no.10, pp. 103–109.
4. Dobrovolskiy G.V., Umarov M.M. Pochva mikrobi i azot v biosfere – Priroda, 2004, no.6, pp. 15–22.
5. Kuznecova T.A., Kostina N.V., Naumova E.I., Umarov M.M. Mikrobная azotfiksaciya v pishavaritelnom trakte peschanok Kalmikii – Biology bulletin of the Russian Academy of Sciences, 2010, no.5, pp. 560–563.
6. Kurakov A.V. Gribi v krugovorote azota v pochvah – Auth. Abst. of Ph.D. diss. Moscow. 2003. 42 p.
7. Kurkaev V.T. Rezultati izucheniya nitragina na mestnih shtamakh pod soyu – Nauchniye trudi Amurskoi opitnoi stancii (Scien. proc. of Amurskoi Agricultural Experiment Station). Blagoveshensk. 1965, pp. 119–122.

8. Luri D.I., Goryachkin S.V., Karavaeva N.A., Denisenko E.A., Nefedova T.G. *Dinamika selskohozyaystvennih zemel Rossii v XX veke I postagrogennoe vosstanovlenie rastitelnosti I pochv* [Dynamics of agricultural lands of Russia in XX Century and postagrogenic restoration of vegetation and soils]. Moscow, Geos, 2010. 416 p.
9. Stepanov A.L. *Mikrobnaya transformaciy zakisi azota v pochvah* – Auth. Abst. of Ph.D. diss. Moscow. 2000. 40 p.
10. Tilba V.A., Begun S.A. *Sovmestnoe primeneniye molibdena I nitragina dlya predposevnoi obrabotki semyan soi* – Scientific and technical bulletin, 1987, Vyp. 31. no.31, pp. 33–42.
11. Tilba V.A., Begun S.A., Yakimenko M.V. *Izuchenie klubenkovich bakteriy soi Rossiyskogo dalnego vostoka* – Agrarnie problem nauchnogo obespecheniya Dalnego vostoka (Proc. Conf. Agrarian problems of scientific maintenance of the Russian Far East). Blagoveshensk, 2013, Vol. 2, pp. 13–17.
12. Tilba V.A., Voloh I.P., Korotenko B.A., Abrosimova T.E. *Vliyaniye osnovnoi obrabotki pochv iudobreniyi biologicheskikh kompleksov na produktivnost soi* – Agrarnie problem nauchnogo obespecheniya Dalnego vostoka (Proc. Conf. Agrarian problems of scientific maintenance of the Russian Far East). Blagoveshensk, 2013, Vol. 2, pp. 7–13.
13. Umarov M.M. *Assosiativnaya azotifikatsiya* [Associative nitrogen fixation]. Moscow, MGU Publ, 1986. 136 p.
14. Umarov M.M. *Sovremennoye sostoyaniye I perspektivi issledovaniya mikrobnoi azotifikatsii* – Perspektivi razvitiya pochvennoi biologii (Proc. Conf. Prospects for the development of soil biology). Moscow, 2001, pp. 47–56.
15. Cheremisov B.M. *Koncepciya bistrogo perehoda mirovogo zemledeliya na biologicheskuyu fiksatsiyu azota atmosfery* – Agricultural science, 2000, no.9, pp. 10–11.
16. Shafronov A.D. *Faktori effektivnosti zemlepolzovaniya* – Zemledelie, 2003, no.2, pp. 3–5.
17. Koster Werner. *Dungung. Notwendige Kulturmaßnahme oder Umweltbelastung?* // Geograf. Rdsch. V. 42. no 3. P. 159–163.
18. Philipon Patrick. *Des inconnus sous nos pieds* // Biofuturologia. 1999. no 185. P. 14–15.

Рецензенты:

Костенков Н.М., д.б.н., профессор, член-корр. РАН, заведующий сектором почвоведения и экологии почв, ФГБУН «Биолого-почвенный институт» ДВО РАН, г. Владивосток;

Егорова Л.Н., д.б.н., заведующая лабораторией низших растений, ФГБУН «Биолого-почвенный институт» ДВО РАН, г. Владивосток.

Работа поступила в редакцию 05.12.2014.

УДК 577+581.17

СОДЕРЖАНИЕ ОБЩЕГО АЗОТА И ОСОБЕННОСТИ КЛЕТОЧНОЙ СТЕНКИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ФЛОРЫ ЗАПАДНОГО ШПИЦБЕРГЕНА

¹Марковская Е.Ф., ²Шмакова Н.Ю., ¹Теребова Е.Н.

¹ФГБОУ ВПО «Петрозаводский государственный университет (ПетрГУ)»,
Петрозаводск, e-mail: volev10@mail.ru;

²Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина,
Кольского научного центра РАН, Апатиты, e-mail: shmanatalya@yandex.ru

Содержание общего азота у 62 видов высших сосудистых и высших споровых растений на Западном Шпицбергене варьируется в диапазоне 1,0–4,7% абс. сух. веса или 10–47 мг/г, среднее содержание общего азота у видов сосудистых растений Западного Шпицбергена составляет 2,4% абс. сух. в., что либо сходно, либо превышает содержание азота в растительных сообществах более низких широт. Показано наличие связи видов с разным содержанием азота с определенными семействами, жизненной формой и географическим ареалом. Исследование клеточной стенки листа у 4 видов растений (*Betula nana*, *Dryas octopetala*, *Salix polaris*, *Cassiope tetragona*) показало, что число ионообменных групп в структуре клеточной стенки увеличивается в 3 раза по сравнению с растениями более низких широт. Это свидетельствует о ее высокой функциональной активности у растений Арктики и ведущей роли апопластического транспортного пути в жизнедеятельности растений высоких широт.

Ключевые слова: арктические растения, содержание азота, клеточная стенка, ионообменная способность

TOTAL NITROGEN CONTENT AND CELL WALL'S FEATURES OF SOME SPECIES OF WESTERN SPITSBERGEN

¹Markovskaya E.F., ²Shmakova N.Y., ¹Terebova E.N.

¹FBSEI «Petrozavodsk State University (PetrSU)», Petrozavodsk, e-mail: volev10@mail.ru;

²Polar Alpine Botanical Garden-Institute of Kola Science Center, Apatity, e-mail: shmanatalya@yandex.ru

The total nitrogen content was measured in 62 plants species of Western Spitsbergen. The values of total nitrogen content varied from 1,0 to 4,7% of dry weight (10–47 mg / g). The average content of total nitrogen of the species of vascular plants from Western Spitsbergen was 2,4% of dry weight that either similar or higher than the nitrogen content in the plant communities of the lower latitudes. Correlations of different content of nitrogen with certain families, life forms and geographical areas were obtained. The study of the cell wall of the leaves of 4 species (*Betula nana*, *Dryas octopetala*, *Salix polaris*, *Cassiope tetragona*) revealed that the number of ion-exchange groups was higher in 3 times compared with plants of lower latitudes. It was suggested the higher functional activity of Arctic plants and the leading role of apoplastic transport in plants of high latitudes.

Keywords: arctic plants, nitrogen content, plant cell wall, ion exchange capacity

Исследование эколого-физиологических особенностей большого числа видов флоры Арктики дает возможность рассмотреть структурно-функциональное разнообразие и оценить спектр возможных путей адаптации растений к экстремальным условиям среды. Небольшие размеры локальной флоры Западного Шпицбергена (около 120 видов), составляющих около 70% флоры высших растений всего Свабарда, создают уникальные условия для этого направления исследования. Азотный обмен привлекает внимание исследователей, как ведущий в процессах развития, роста и адаптации растений Арктики, отличающихся высоким содержанием азота. Это показано О.А. Семихатовой [15] на 22 видах из 14 семейств растений о-ва Врангеля и рядом других исследователей на единичных видах из разных районов Севера [5; 17; 21]. Эта тема становится все более актуальной в связи с потеплением климата [19; 20], которое может активизировать азотный обмен и соответственно повлиять на состояние

растительных сообществ. Однако многие составляющие азотного обмена остаются слабо изученными, причем в качестве объектов исследования используется ограниченное число видов, что не позволяет делать более общих заключений.

Цель исследования – определение содержания общего азота у высших споровых и сосудистых растений видов флоры Западного Шпицбергена и выяснение роли ионообменных групп клеточной стенки листа в жизнедеятельности арктических видов.

Материалы и методы исследования

Работа выполнена в зоне арктических тундр на Западном Шпицбергене в 2010–2013 гг. По данным метеорологической обсерватории Баренцбург среднегодовое значение суммарной солнечной радиации составляет 2214 МДж/м², средняя продолжительность солнечного сияния составляет 886 часов. На широте Баренцбурга с 19 апреля по 24 августа полярный день, с 28 октября до 15 февраля полярная ночь. Среднегодовая температура самого теплого месяца июля – 8°C. Наиболее холодный месяц – февраль с температурой – 18°C. В среднем в год выпадает 563 мм осадков,

которые в основном приходятся на январь-февраль. Территория находится в зоне вечной мерзлоты, глубина летнего оттаивания 98–190 см в зависимости от характера растительного покрова [8].

Климатические особенности обуславливают короткий вегетационный период (40–70 дней), продолжительность которого определяется временем схода снега в локальных местообитаниях. В естественной флоре архипелага Шпицберген 164 вида сосудистых растений, более 75 % из них встречено в сообществах зоны внутренних фьордов [31]. Выбор объектов исследования определялся их находкой в различных растительных сообществах в плакорной части территории. Географический анализ исследуемых видов проведен по [13]. Содержание общего азота было определено у 62 видов высших сосудистых растений, что составляет около 40 % видов флоры Шпицбергена.

Пробы для анализа отбирали в самый теплый период вегетации (10–25 июля), когда наблюдается цветение большинства видов. Хорошо развитые листья без признаков повреждения отбирали с 5–10 растений в 3–4 кратной биологической повторности. Содержание общего азота определяли по методу Кьельдаля [1], рассчитывали в % абсолютно сухого вещества. Латинские названия сосудистых растений приведены по [30]. Определения видов высших сосудистых растений проведены сотрудником ПАБСИ В.А. Костиной.

Для определения состава и количества ионообменных групп в клеточных стенках листа использовали метод потенциометрического титрования [3], количество групп оценивали по значению сорбционной емкости (S, мкмоль/г сух. массы клет. ст.) [11; 16].

Результаты исследования и их обсуждение

Содержание общего азота у 62 видов высших сосудистых и высших споровых растений на Западном Шпицбергене варьируется в диапазоне 1,0–4,7 % абс. сух. в. или 10–47 мг/г, среднее содержание общего азота у видов сосудистых растений Западного Шпицбергена составляет 2,4 % абс. сух. в., что сходно со злаковыми сообществами умеренной зоны, но ниже полевых культур и хлебных злаков (табл. 1) и хорошо согласуется с данными, полученными на растениях о. Врангель (Арктика) [15].

Подобное соотношение свидетельствует о том, что содержание азота при продви-

жении в высокие широты в естественных растительных сообществах увеличивается [32]. Среди исследованных нами видов около 27 % (17 видов) имеют высокое содержание азота (больше 3 % абс. сух. веса), около 43 % (27 видов) имеют средние значения – от 2 до 2,9 % абс. сух. в. и 30 % (18 видов) имеют низкие значения – от 1 до 2 % абс. сух. в. В каждой группе видов были проанализированы географические элементы флоры (табл. 2). Этот анализ показал (табл. 2), что в группе с высоким содержанием азота оказался наибольший процент арктических и арктоальпийских видов. В группе со средним содержанием азота наибольшее число видов арктоальпийских и несколько ниже почти арктических и среди растений с низким содержанием азота более высокий процент почти арктических и несколько ниже арктоальпийских видов. Следует отметить один феномен, заключающийся в том, что процент арктоальпийских видов одинаков во всех группах с разным содержанием азота. В целом оказалось, что именно арктические виды (арктические, почти арктические и арктоальпийские) составляют группы видов с высоким и средним содержанием азота.

Таблица 1

Содержание азота в различных типах растительности биомов Земли (по Schulze et al., 2000)

Растения, тип растительности	Содержание азота, %
Травянистые растения	
Двудольные полевые культуры	3,8
Хлебные злаки	3,4
Умеренные злаковые сообщества	2,6
Тропические злаковые сообщества	1,1
Древесные растения	
Лиственный лес умеренной зоны	2,0
Вечнозеленый лес умеренной зоны	1,3

Таблица 2

Число географических элементов флоры (в %) в группах видов с разным содержанием азота

Содержание азота	Географический элемент							Количество видов
	А	ПА	АА	АБ	ГАМ	МА	ГА	
Высокое	36	10	36	10	5	0	0	17
Среднее	15	22	33	7	0	15	7	27
Низкое	5	44	35	0	5	5	5	18

Примечание. А – арктический; ПА – почти арктический, АА – арктоальпийский; АБ – арктобореальный, ГАМ – гипоарктомонтанный; МА – метаарктический; ГА – гипоарктический элемент флоры.

Связи между величинами содержания общего азота и приуроченностью к определенному семейству или географическому элементу показали, что в двух семействах *Caryophyllaceae* и *Poaceae* исследованные виды имеют наиболее широкие диапазоны содержания общего азота (1,1–3,4%) и (1,7–3,3%) соответственно. В семействе *Lycopodiaceae* (высшие споровые растения), а также у высших сосудистых в семействах *Ericaceae*, *Empetraceae*, *Juncaceae* отмечены виды только с низкими значениями содержания азота; в семействах *Betulaceae*, *Rosaceae*, *Polemoniaceae* отмечены виды только со средними значениями содержания азота и в семействах *Papaveraceae*, *Boraginaceae*, *Scrophulariaceae*, где представительность составляет по одному виду – с высоким содержанием азота. Это показало определенную связь содержания азота и семейственную принадлежность вида: в более древних семействах преобладают виды с низкими и средними значениями, а в более продвинутых – с более высоким содержанием азота. В группу видов с **максимальными значениями содержания азота** вошли арктический вид *Pedicularis dasyantha* (4,6%) (сем. *Scrofulaceae*) и арктоальпийский вид *Oxyria digyna* (4,7%) (сем. *Polygonaceae*), и более близкие к ним по содержанию азота оказались арктобореальный вид *Mertensia maritima* (3,9%) (сем. *Boraginaceae*) и два арктических вида *Ranunculus sulfureus* (3,7%) (сем. *Ranunculaceae*) и *Cochlearia groenlandica* (3,7%) (сем. *Brassicaceae*). Кроме того, в этой группе оказались виды из разных семейств и характеризующиеся разным широтным и долготным распространением: *Equisetum arvense*, *Salix reticulata*, *Bistorta vivipara*, *Honckenya peploides*, *Papaver dahlianum*, *Braya purpurescens*, *Arnica angustifolia*, *Eriophorum scheuchzeri*, *Carex subspataceae*, *C. lachenalii*, *Puccinellia capillaris*. В группу **со средним содержанием азота** (2–2,9%) вошли кустарнички и травянистые многолетники из разных семейств, и также виды, имеющие разные долготные и широтные ареалы (*Salix polaris*, *Betula nana*, *Dryas octopetala*, *Potentilla hyparctica*, *Polemonium boreale*, *Cerastium arcticum*, *C. alpinum*, *C. regelii*, *Ranunculus pigmaeae*, *Cardamine nymani*, *Draba alpine*, *Saxifraga rivularis*, *S. hirculus*, *S. nivalis*, *S. foliolosa*, *S. hieracifolia*, *Taraxacum arcticum*, *Erigeron humilis*, *Petasites frigidus*, *Carex ursina*, *C. glareosa*, *Poa arctica*, *P. alpina*, *Puccinellia phryganodes*, *Deschampsia alpina*, *Alopecurus borealis*). В группу видов с **самыми низкими значениями содержания азота** вошли: вечнозеленое растение из группы почти арктических видов – *Hypersia arctica*

(1%) (сем. *Lycopodiaceae*); три вида исследованных кустарничков – почти арктический вид *Harrimanella hypnoides* (1,2%), мегаарктический вид *Cassiope tetragona* (1,2%) (сем. *Ericaceae*) и гипоарктический вид *Empetrum hermaphroditum* (1,1%) (сем. *Empetraceae*); два подушковидных растения – арктоальпийский вид *Silena acaulis* (1,2%) и почти арктический вид *Arenaria pseudogrigida* (1,1%) (сем. *Caryophyllaceae*). Все эти виды из примитивных менее продвинутых семейств. Благодаря большому числу исследованных видов флоры Западного Шпицбергена удалось выявить некоторые связи между видами с разным содержанием азота и их приуроченностью к определенному семейству, жизненной форме, географическому элементу, что ранее не было показано на исследованных видах о. Врангель [15]. Отмечена тенденция, что большинство видов из примитивных древних семейств, которые занимают ведущее положение в арктических сообществах и характеризуются активным морфогенезом, более высокой пластичностью и широким спектром адаптаций, имеют низкое или среднее значение содержания азота.

Из литературы известно, что имеется связь содержания азота и интенсивностью дыхания, причем она сильнее выражена у арктоальпийских растений, чем у бореальных [24;33;14]. Эту связь можно рассматривать для такого показателя как содержание азота в качестве функциональной характеристики. Анализ отдельных органов у травянистых растений показал, что у *Oxyria digyna* содержание азота в листьях составило 47% абс. сух. в., соцветия – 31% абс. сух. в., а семян – 26% абс. сух. в.; у *Cochlearia groenlandica* в листьях – 37% абс. сух. в., в побегах – 24% абс. сух. в., соцветия с зелеными семенами – 29% абс. сух. в. Содержание азота во всех органах оказалось очень высоким. Исследование у кустарничков показало, что в растениях *Betula nana* содержание азота в листьях – 30% абс. сух. в., а в стеблях – 11% абс. сух. в.; у *Salix polaris* содержание азота в листьях – 26% абс. сух. в., в побегах – 26% абс. сух. в., корнях – 11% абс. сух. в. Таким образом, наибольшее содержание азота отмечается в листовом аппарате растений, что может свидетельствовать об активном транспорте поглощенного азота в наземные органы и листа как основной метаболической системы азотного обмена у арктического растения. В качестве основной транспортной системы может рассматриваться только система апопласта, активность которой, по-видимому, не зависит от величины температуры в более широком, по сравнению симпластическим пу-

тем, диапазоне температур [4]. Этот анализ показал, что содержание азота зависит от органа растения, от его состояния и более высокие значения содержания азота были получены в ассимилирующих наземных органах и в более функционально активных – зеленых листьях. В целом, снижение содержания общего азота в побегах и корнях может достигать по сравнению с листьями до 30–60%, причем сильнее это выражено в кустарничках, чем в травянистых многолетниках.

Часть растений Шпицбергена в разные периоды вегетации могут изменять зеленую окраску на красную, что часто связано с резким понижением суточных температур и приводит к снижению содержания хлорофиллов [23] и общего азота. Так у *Saxifraga cespitosa* в зеленых листьях содержание общего азота выше (1,6% абс. сух. в.), чем в красных (1,1% абс. сух. в.); а у *S. oppositifolia* зеленые и красные листья содержат почти одинаковое количество азота, соответственно: 1,6% абс. сух. в., и 1,5% абс. сух. в. азота; у *Oxyria digyna* содержание азота в зеленых листьях – 4,7% абс. сух. в. а в красных оно снижается до 2,7% абс. сух. в. Изменение окраски листьев в условиях Арктики связывают с синтезом защитных веществ, среди которых ведущая роль отводится флавоноидам, которые и выявляются в условиях стресса [34]. В литературе есть предположение, что синтез этих веществ у растений Арктики конститутивный [30], но при снижении содержания зеленых пигментов они становятся видны визуально. Снижение содержания хлорофиллов и азота, увеличение содержания группы фенольных соединений может свидетельствовать об их функциональных связях в функции защиты, что требует самостоятельного исследования.

Сравнение общих исследованных видов Западного Шпицбергена и Кольского полуострова (Дальние Зеленцы) показали либо сходное (*Puccinellia capillaris*, *P. phryganodes*), либо более высокое значение содержания общего азота у растений Шпицбергена (*Equisetum arvense*, *Stellaria humifusa*, *Honkenya peploides*, *Cochlearia groenlandica*, *Mertensia maritima*, *Carex subspathacea*) [22]. Сопоставление общих видов (*Oxyria digyna*, *Bistorta vivipara*, *Polemonium boreale*, *Ranunculus sulphureus*, *Saxifraga hirculus*) для Западного Шпицбергена и о. Врангеля [15] показало, что у более северных растений (Шпицберген) содержание азота выше.

Высокое содержание азота и небольшая биомасса северных растений; отсутствие связи между содержанием азота (белка)

и интенсивностью дыхания [15; 25; 29] ставит вопрос о путях поступления азота в организм и его участия в жизни растений в условиях Арктики. Большая часть наших исследований проведена на растениях, произрастающих в пределах плакорной части долины, почвы которой сформировались на суглинистых породах с богатым минералогическим и химическим составом [12]. По данным почвенного анализа оказалось, что содержание гумуса в дерновом горизонте достигает 3–11%, с глубиной уменьшается, но в самом нижнем слое, в почвообразующей породе (на глубине 30–40 см), за счет стока, содержится 3–3,7% гумуса [12]. Полученные результаты показали, что все растения Западного Шпицбергена имеют высокие значения содержания общего азота, что связано, прежде всего, с произрастанием этих видов в основном в пределах дернового горизонта. В работе Семихатовой О.А. с соавторами [15] на растениях о. Врангеля было показано, что растения Севера имеют высокие скорости поглощения азота в условиях Арктики. Этот же феномен подтверждает и Ingestad T., который считает, что только в природе биологическое производство азота посредством деятельности микроорганизмов более значимо согласовано с потребностями растений, что и позволяет растениям накапливать азот даже на бедных этим элементом почвах [7]. Растения в Арктике поглощают азот в разных формах: в виде аммиачного и нитратного ионов, а также и органический азот, поступающий в результате рециклизации, что связано с процессом локального почвообразования [2]. Интенсивность этого процесса в длительной годичной динамике в большей степени определяется отмершей, но медленно разлагающейся массой растительного организма, количество которой по нашим данным (*Saxifraga cespitosa*, *Bistorta vivipara*, *Minuartia biflora* и др.) в каждый последующий период вегетации увеличивается и к весне может составлять от 50% до 70% живой массы организма. Этот пул органического азота и может быть существенным источником азота для роста и развития растительного организма. Высокое содержание азота в растениях Арктики свидетельствует о том, что в природе поступление и усвоение питательных веществ тесно сопряжены. В работе Семихатовой О.А., выполненной на растениях о. Врангеля, был сделан вывод, что повышенное содержание белка в листьях растений Севера не является фактором, определяющим интенсивность дыхания отдельных видов. Однако повышение интенсивности дыхания и содержание азота в клетках имеют общую причину –

необходимость увеличения энергетических затрат на поддержание структуры и метаболизма в условиях холода [15]. Полученные нами данные также поддерживают высказанную этими авторами гипотезу. Увеличение содержания азота обеспечивает как конститутивные, так и индуцибельные составляющие процесса адаптации [9], к суровым условиям Арктики, которые включают синтез специфических белков, синтез гетерогенных нуклеотидов, полиаминов и другие синтетические реакции, в которых принимают большое участие азотные соединения, ферментативные и белковые перестройки [27; 26]. Часть этих синтезов связана со структурными перестройками, а часть

с метаболическими составляющими, которые позволяют функционально подстраивать растение к постоянно изменяющимся климатическим условиям в условиях высоких широт. Кроме того, в листьях арктических растений концентрация митохондрий в клетках выше, чем у тех же видов или близких видов из умеренных или тропических широт [28]. Однако, как показали наши исследования, высокое содержание азота у 70% изученных видов и высокая интенсивность дыхания, которые отмечаются в литературе [15] не дают преимуществ этим видам в накоплении биомассы, что связано с другими более важными энергетическими и метаболическими затратами.

Таблица 3

Содержание ионообменных групп в клеточной стенке листа растений Арктики

Тип группы	Количество групп, мкмоль на г сух. массы клет. стенки			
	<i>Betula nana</i>	<i>Dryas octopetala</i>	<i>Salix polaris</i>	<i>Cassiope tetragona</i>
Аминогруппы	1200 + 50	500 + 50	450 + 30	400 + 20
COOH ПГУК*	1900 + 30	1100 + 50	450 + 20	600 + 40
COOH ГКК**	2500 + 90	3000 + 60	1700 + 90	750 + 30
Фенольные ОН-группы	2700 + 80	2600 + 60	550 + 25	950 + 70
Количество катионообменных групп	7100 + 100	6700 + 80	2700 + 50	2300 + 50
Общее количество функциональных групп	8300 + 100	7200 + 90	3150 + 50	2700 + 50

Примечания. *карбоксильные группы полигалактуроновой кислоты;
**карбоксильные группы гидроксикоричных кислот.

Так, северные растения имеют в качестве основной транспортной системы апопласт – систему клеточных стенок [4]. Проведенные нами исследования состава и количества ионогенных групп в клеточных стенках листьев на 4 арктических видах (*Betula nana*, *Dryas octopetala*, *Salix polaris*, *Cassiope tetragona*) [18] показало, что эти виды имеют сходные типы ионообменных групп (аминогруппы, карбоксильные и фенольные ОН-группы) с растениями тундровой зоны, но их особенностью является увеличение в 2–3 раза количества ионообменных групп каждого типа. Что касается белковой составляющей, то она в клеточной стенке представлена аминокислотами. Сравнение видов показало, что наибольшее количество аминокислот (до 1200 мкмоль на г сух. массы клет. ст.) отмечено у *Betula nana* – спорадически встречающегося вида Западного Шпицбергена, для остальных видов этот показатель значительно ниже и для *Cassiope tetragona* – широко распространенного вида на кальцеиносных почвах, он составляет 400 мкмоль на г сух. массы клет. ст. Эти данные хорошо

согласуются и с результатами определения общего азота (с высоким содержанием у *Betula nana* (2,9% абс. сух. в.) и минимальным (1,2% абс. сух. в.) у *Cassiope tetragona*). Ионообменные аминокислоты входят в состав структурных белков и ферментов клеточной стенки, содержание которых может достигать 15% от массы клеток [6], а в случае с арктическими растениями может иметь и больший процент. Анализ соотношений всех типов групп в клеточной стенке листа показал, что у всех видов наибольший процент приходится на карбоксильные группы гидроксикоричных кислот (от 28% у *Cassiope tetragona* до 54% у *Salix polaris*) и фенольные ОН – группы (от 18% у *Salix polaris* до 35% у *Dryas octopetala*), которые в основном входят в состав соединений фенольной природы. Эта группа вторичных метаболитов, содержание которых так же выше в 5–7 раз у растений Шпицбергена [10], по сравнению с растениями более низких широт, выполняют защитную и метаболическую функции. Полученные в настоящей работе данные, а также данные литературы свидетельствуют о том, что

растения Арктики имеют высокую физиологическую активность, которая поддерживается специальной защитной системой не только внутри клеток, но и в межклеточном пространстве – апопласте, обеспечивая активное функционирование основных метаболических и энергетических систем растительной клетки. Таким образом, высокий уровень азотных и фенольных соединений, на поглощение и синтез которых тратится основная часть энергии, образующейся в результате дыхания, поддерживает структурную и метаболическую составляющие жизнедеятельности арктических растений. Большое количество ионообменных групп в клеточной стенке листа арктических растений свидетельствует о высокой сорбционной емкости системы апопласта, поддержание которой также предполагает большие энергетические затраты, что связано с ее существенным вкладом в адаптацию растений к суровым условиям Арктики.

Работа выполнена в рамках Государственного задания Минобрнауки России (проект № 6.724.2014/к).

Список литературы

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во: МГУ, 1970. – 488 с.
2. Волков И.В. Введение в экологию высокогорных растений / Учебн. пособие. Томск: Изд-во: ТГПУ, 2006. – 416 с.
3. Галибина Н.А., Теребова Е.Н. Характеристика свойств клеточных стенок хвои сосны разного жизненного состояния // Физиология растений. – 2008. – Т. 55, № 3. – С. 419–425.
4. Гамалей Ю.В. Транспортная система сосудистых растений. Происхождение, структура, функции, развитие, анализ разнообразия типов по таксономическим и эколого-географическим группам растений, эволюция и экологическая специализация транспортной системы. СПб.: Изд-во С-Петербур. ун-та, 2004. – 424 с.
5. Головкин Т.К., Далько И.В., Табаленкова Г.Н., Гармаш Е.В. Дыхание растений Приполярного Урала // Ботанический журнал. – 2009. – Т. 94, № 8. – С. 1216–1226.
6. Горшкова Т.А. Растительная клеточная стенка как динамическая система. Москва: Изд-во: Наука, 2007. – 429 с.
7. Зитте П., Вайлер Э.В., Кадерайт Й.В., Брезински А., Кеннер К. Ботаника. Эволюция и систематика. – М.: Академия, 2007. – Т. 3. – 575 с.
8. Королева Н.Е., Константинова Н.А., Белкина О.А., Давыдов Д.А., Лихачев А.Ю., Савченко А.Н., Урбанавичене И.Н. Флора и растительность побережья залива Гренфьорд (архипелаг Шпицберген). Апатиты: Изд-во: КНЦ РАН. Апатиты, 2008. – 112 с.
9. Кузнецов В.В., Радюкина Н.Л., Шевякова Н.И. Полиамины и стресс: биологическая роль, метаболизм и регуляция // Физиология растений. – 2006. – Т. 53, № 5. – С. 658–683.
10. Марковская Е.Ф., Шмакова Н.Ю. Содержание флавоноидов в листьях сосудистых растений Западного Шпицбергена // Растительные ресурсы. – 2012. – Вып. 4. – С. 547–554.
11. Мейчик Н.Р. Ионный обмен и диффузия в клеточных стенках растений: Автореф. дис. д-ра биол. наук. – М., 2007. – 48с.
12. Переверзев В.Н. Почвы побережий фьорда острова Западный Шпицберген. Апатиты: Изд-во: КНЦ РАН. Апатиты, 2012. – 122 с.
13. Секретарева Н.А. Сосудистые растения Российской Арктики и сопредельных территорий. Москва: Изд-во: Товарищество научных изданий КМК, 2004. – 129 с.
14. Семихатова О.А., Иванова, Т.И., Кирпичникова О.В. Сравнительное исследование темного дыхания растений Арктики и умеренной зоны // Физиология растений. – 2007. – Т. 54, № 5. – С. 659–665.
15. Семихатова О.А., Иванова Т.И., Кирпичникова О.В. Содержание азота и интенсивность дыхания листьев растений о-ва Врангеля // Физиология растений. —2010. – Т. 57, № 6. – С. 803–808.
16. Славинская Г.В., Хохлов В.Ю. Потенциометрическое титрование ионов / Учебное пособие. Воронеж. Изд-во: Издательско-полиграфический центр ВГУ, 2004. – 36 с.
17. Теребова Е.Н., Галибина Н.А. Структурно-функциональное состояние хвои *Pinus sylvestris* (Pinaceae) в условиях загрязнения диоксидом серы и тяжелыми металлами // Растительные ресурсы. – 2010. – Вып. 2. – С. 61–73.
18. Теребова Е.Н., Марковская Е.Ф., Шмакова Н.Ю. Некоторые особенности транспортной функции клеточной стенки растений Арктики // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. – 2013. – № 8. – С. 11–15.
19. Тишков А.А. Биогеографические последствия природных и антропогенных изменений климата // Успехи современной биологии. – 2011. – Т. 131, № 4. – С. 356–366.
20. Тишков А.А. «Арктический вектор» в сохранении наземных экосистем и биоразнообразия // Арктика: экология и экономика. – 2012. – № 2(6). – С. 28–43.
21. Чернобровкина Н.П. Экофизиологическая характеристика использования азота сосной обыкновенной. СПб. Изд-во: Наука, 2001. – 175 с.
22. Шмакова Н.Ю., Ушакова Г.И., Костюк В.И. Горно-тундровые сообщества Кольской Субарктики (эколого-физиологический аспект). Апатиты: Изд-во: КНЦ РАН. Апатиты, 2008. – 167 с.
23. Шмакова Н.Ю., Марковская Е.Ф. Фотосинтетические пигменты растений и лишайников арктических тундр Западного Шпицбергена // Физиология растений. – 2010. – Т. 57, № 6. – С. 764–769.
24. Chapin, F.S., Jefferies R.L., Reynolds J.F. Arctic plant physiological ecology: a challenge for the future // Arctic ecosystems in changing climate. An ecophysiological perspective. San Diego, 1992. – P. 3–8.
25. Körner Ch. Alpine Plant Life // Functional Plant Ecology of High Mountain Ecosystems. 2003. – Vol. XI. – P. 218–244.
26. Kuznetsov V.V., Shevyakova N.I. Polyamines and stress tolerance of plants // Plant Stress. – 2007. – № 1. – P. 50–71.
27. Kuznetsov V.V. Plant under environmental stress // Acta Physiol. Plant. – 2004. – Vol. 26. – P. 5–6.
28. Miroslavov E.A., Kravkina I.M. Comparative analysis of chloroplasts and mitochondria in leaf chlorenchyma from mountain plants grown at different altitudes // Annals of Botany. – 1991. – Vol. 68, № 3. – P. 195–206.
29. Muraoca N., Noda H., Uchida M. Photosynthetic characteristics and biomass distribution of the dominant vascular plant species in high Arctic tundra ecosystem, Ny-Alesund, Svalbard implication for their role in ecosystem carbon gain // J.Plant Res. – 2008. – Vol. 121. – P. 137–145.
30. Nybakken L. UV-Screening in Arctic and Alpine Vascular Plants and Lichens. Agriculture University of Norway, Department of Biology and Nature Conservation. – 2003. – Vol. 17. – 22 p.
31. Ronning O.I. The flora of Svalbard. Norsk Polarinst. Polarhåndbok, Oslo, 1996. – 184 p.
32. Schulze E.D. Carbon and Nitrogen Cycling in European Forest Ecosystems // Ecol. Studies. – 2000. – Vol. 142. – P. 14–44.
33. Shaver G.R., Chapin F.S. Effect of fertilization on production and biomass of tussock tundra, Alaska, U.S.A. // Arct. Alp. Res., – 1986. – Vol. 18. – P. 261–268.

34. Solghaug K.A., Gauslaa Y., Nybakken I., Bilger W. UV-induction of sun-screening pigment in lichens // *New Phytologist*. – 2003. – Vol. 158. – P. 91–100.

References

1. Arinushkina E.V. Rukovodstvo po khimicheskomu analizu pochv [The guide to the chemical analysis of soils]. Moscow, 1970. 488 p.
2. Volkov I.V. Vvedenie v ekologiyu vysokogornyykh rasteniy [The introduce of the mountainous plant's ecology]. Tomsk, 2006. 416 p.
3. Galibina N.A., Terebova E.N. Characterization of cell wall properties in needles from Scotch pine trees of various vigor. *Russian Journal of Plant Physiology*, 2008. Vol. 55. no 3. pp. 419–425.
4. Gamaley U.V. Transportnaya sistema sosudistukh rasteniy [Transport system of vascular plants]. SPb, 2004. 424 p.
5. Golovko T.K., Dalke I.V., Tabalenkova G.N., Garmash E.V. The respiration of plants of the Subpolar Urals [Dykhaniye rasteniy Pripolyarnogo Urala]. *Botanical Journal. Russia*. 2009. Vol. 94. no 8. pp. 1216–1226.
6. Gorshkova T.A. Rastitelnaya kletochnaya stenka kak dinamicheskaya sistema [The plant cell wall as a dynamic system]. Moscow, 2007. 429 p.
7. Zitte P., Vayler E.V., Kaderayt Y.V., Brezinski A., Kenner K. *Botanika*. Vol. 3. Evolyutsiya i sistematika [Botany]. Moscow, 2007. T. 3. 575 p.
8. Koroleva N.E., Konstantinova N.A., Belkina O.A., Davydov D.A., Likhachev A.U., Savchenko A.N., Urbanaviche I.N. Flora i rastitel'nost' poberezhya zaliva Gren-f'ord (arkhipelag Shpitsbergen) [Flora and vegetation of the coast of the Gren-Fiord bay (Spitsbergen)]. Apatity, 2008. 112 p.
9. Kuznetsov V.I.V., Radyukina N.L., Shevyakova N.I. Polyamines and stress tolerance of plants. *Russian Journal of Plant Physiology*, 2006. Vol. 53. no 5. pp. 658–683.
10. Markovskaya E.F., Shmakova N.Yu. The flavonoid content in leaves of vascular plants from the West Spitsbergen [Soderzhanie flavonoidov v list'yakh sosudistukh rasteniy Zapadnogo Shpitsbergena]. *Plant recourses*, 2012. Vol. 4. pp. 547–554.
11. Meychik N.R. Ionnyy obmen i difuziya v kletochnykh stenkakh rasteniy [Ion-exchange properties and diffusion in cell walls of plants]. Moscow, 2007. 48 p.
12. Pereverzev B.N. Pochvy poberezhnykh forda ostrova Zapadnyy Shpitsbergen [Soils of coasts of the fjord of the island West Spitsbergen]. Apatity, 2012. 122 p.
13. Sekretareva N.A. Sosudistye rasteniya Possiyskoy Arktiki i sopredelnykh territoriy [Vascular plants of the Russian Arctic and adjacent territories]. Moscow, 2004. 129 p.
14. Semichatova O.A., Ivanova T.I., Kirpichnikova O.V. Comparative study of dark respiration in plants inhabiting arctic (Wrangel Island) and temperate climate zones. *Russian Journal of Plant Physiology*, 2007. Vol. 54. no 5. pp. 559–665.
15. Semichatova O.A., Ivanova T.I., Kirpichnikova O.V. Nitrogen content and respiration rate in leaves of the Wrangel Island plants. *Russian Journal of Plant Physiology*, 2010. Vol. 57. no 6. pp. 803–808.
16. Slavinskaya G.V., Khokhlov V.U. Potentsiometricheskoe titrovaniye ionitov [Potentiometric titration of ionites]. *Voronezh*, 2004. 36 p.
17. Terebova E.N., Galibina N.A. Characterization of needles from Scotch pine (*Pinus sylvestris* L.) trees subjected to industrial pollutions with sulfur and heavy metals [Strukturno-funktsionalnoe sostoyaniye khvoi *Pinus sylvestris* (Pinaceae) v usloviyakh zagryazneniya dioksidom sery i tyazholymi metalami]. *Plant recourses*, 2010. Vol. 2. pp. 61–73.
18. Terebova E.N., Markovskaya E.F., Shmakova N.Yu. Some features of cell wall transport function in arctic plants. *Proceedings of Petrozavodsk State University*, 2013. no 8. pp. 11–15.
19. Tishkov A.A. Biogeographical Consequences of Natural and Anthropogenic Climate Changes [Biogeograficheskie posledstviya prirodnykh i antropogennykh izmeneniy klimata]. *Uspekhi sovremennoy biologii*, 2011. Vol. 131. no 4. pp. 356–366.
20. Tishkov A.A. «The Arctic vector» in preservation of land ecosystems and a biodiversity [«Arkticheskiy vector» v sohraneniye nazemnykh ekosistem i bioraznoobraziya]. *Arktika: ekologiya i ekonomika*, 2012. no 2(6). pp. 28–43.
21. Chernobrovkina N.P. Ecofiziolozhicheskaya kharakteristika ispolzovaniya azota sosnoy obyknovennoy [Ecophysiological characteristic of Scots pine nitrogen metabolism]. St. Petersburg, 2001. 175 p.
22. Shmakova N.Yu., Ushakova G.I., Kostyuk V.I. Gornoturovye soobshchestva Kolskoy Subarktiki (ekologo-fiziologicheskii aspekt) [Mountain-tundra populations of the Kola Subarctic region (ekologo-physiological aspect)]. Apatity, 2008. 167 p.
23. Shmakova N.Y., Markovskaya E.F. Photosynthetic pigments of plants and lichens inhabiting arctic tundra of West Spitsbergen. *Russian Journal of Plant Physiology*, 2010. Vol. 57. no 6. pp. 764–769.
24. Chapin F.S., Jefferies R.L., Reynolds J.F. Arctic plant physiological ecology: a challenge for the future. Arctic ecosystems in changing climate. An ecophysiological perspective. San Diego, 1992. pp. 3–8.
25. Körner Ch. *Alpine Plant Life. Functional Plant Ecology of High Mountain Ecosystems*. 2003. Vol. XI. pp. 218–244.
26. Kuznetsov V.V., Shevyakova N.I. Polyamines and stress tolerance of plants. *Plant Stress*. 2007. no 1. pp. 50–71.
27. Kuznetsov V.V. Plant under environmental stress. *Acta Physiol. Plant.*, 2004. Vol. 26. pp. 5–6.
28. Miroslavov E.A., Kravkina I.M. Comparative analysis of chloroplasts and mitochondria in leaf chlorenchyma from mountain plants grown at different altitudes. *Annals of Botany*, 1991. Vol. 68. no 3. pp. 195–206.
29. Muraoca N., Noda H., Uchida M. Photosynthetic characteristics and biomass distribution of the dominant vascular plant species in high Arctic tundra ecosystem, Ny-Alesund, Svalbard implication for their role in ecosystem carbon gain. *J. Plant Res.*, 2008. Vol. 121. pp. 137–145.
30. Nybakken L. UV-Screening in Arctic and Alpine Vascular Plants and Lichens. Agriculture University of Norway, Department of Biology and Nature Conservation, 2003. Vol. 17. 22 p.
31. Ronning O. I. The flora of Svalbard. *Norsk Polarinst. Polarhåndbok*, Oslo, 1996. – 184 p.
32. Schulze E.D. Carbon and Nitrogen Cycling in European Forest Ecosystems. *Ecol. Studies*, 2000. Vol. 142. pp. 14–44.
33. Shaver G. R., Chapin F. S. Effect of fertilization on production and biomass of tussock tundra, Alaska, U.S.A. *Arct. Alp. Res.*, 1986. Vol. 18. pp. 261–268.
34. Solghaug K.A., Gauslaa Y., Nybakken I., Bilger W. UV-induction of sun-screening pigment in lichens. *New Phytologist*, 2003. Vol. 158. pp. 91–100.

Рецензенты:

Чернобровкина Н.П., д.б.н., доцент, ведущий научный сотрудник Лаборатории лесных биотехнологий Института леса Кар НЦ РАН, ФГБУН «Институт леса Карельского научного центра Российской академии наук», г. Петрозаводск;

Сазонова Т.А., д.б.н., доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории физиологии и цитологии древесных растений Института леса КарНЦ РАН, ФГБУН «Институт леса Карельского научного центра Российской академии наук», г. Петрозаводск.

Работа поступила в редакцию 05.12.2014.

УДК 551.521.2:54.027:54-78:550.424

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПОЧВАХ СЕВЕРНОГО КAVKAZA

¹Неганова К.С., ²Бураева Е.А., ¹Давыденко А.М., ²Нефедов В.С., ¹Дергачева Е.В.,
²Стасов В.В., ¹Аветисян С.Р., ³Гончарова Л.Ю., ³Вардуни Т.В., ¹Данилова А.А.

¹Физический факультет Южного федерального университета,
Ростов-на-Дону, e-mail: nv060790@yandex.ru;

²Научно-исследовательский институт физики Южного федерального университета,
Ростов-на-Дону, e-mail: buraeva_elen@mail.ru;

³Академия биологии и биотехнологии Южного федерального университета,
Ростов-на-Дону, e-mail: goncharova_1958@mail.ru

Проведена оценка содержания, вертикального распределения и динамики естественных и искусственных радионуклидов в аллювиальных почвах горных и степных территорий Северного Кавказа. Средние удельные активности ²²⁶Ra, ²³²Th и ⁴⁰K составляют 13,4, 12,7 и 278,3 Бк/кг соответственно для степных участков. В почвах горных территорий содержание данных радионуклидов, в среднем, равно 24,7, 32,2 и 437,3 Бк/кг соответственно. В распределении искусственного ¹³⁷Cs в аллювиальных почвах степей отмечается его накопление в верхних слоях, в горных почвах – данный радионуклид фиксируется по всему профилю. Распределение естественных ²²⁶Ra, ²³²Th и ⁴⁰K в почвах пойменных участков реки Дон, в основном снижается с глубиной и отсутствием временной динамики. Данные радионуклиды в горных аллювиальных почвах, в основном распределены равномерно, с незначительным возрастанием их удельной активности с глубиной почвенного профиля и со временем.

Ключевые слова: радионуклиды, почва, профиль, распределение

DISTRIBUTION OF RADIONUCLIDES IN THE FLUVISOLS OF THE NORTHERN CAUCASUS

¹Neganova K.S., ²Buraeva E.A., ¹Davydenko A.M., ²Nefedov V.S., ¹Dergacheva E.V.,
²Stasov V.V., ¹Avetisyan S.R., ³Goncharova L.Y., ³Varduny T.V., ¹Danilova A.A.

¹Faculty of Physics, Southern federal university, Rostov-on-Don, e-mail: nv060790@yandex.ru;

²Research Institute of Physics, Southern Federal University,
Rostov-on-Don, e-mail: buraeva_elen@mail.ru;

³Academy of Biology and Biotechnologies, Southern federal university,
Rostov-on-Don, e-mail: goncharova_1958@mail.ru

The evaluation of the content of the vertical distribution and dynamics of natural and artificial radionuclides in the fluviosols of the mountain and steppe areas of the North Caucasus are estimated. Average activity concentrations of ²²⁶Ra, ²³²Th and ⁴⁰K constitute 13,4, 12,7 and 278,3 Bq/kg, respectively, for the steppe areas. In soils of mountainous areas of radionuclide content of the data, on average, equal to 24,7, 32,2 and 437,3 Bq/kg, respectively. The distribution of artificial ¹³⁷Cs in fluviosols of the steppe marked its accumulation in the upper layers in the mountain soils – this radionuclide is fixed over the entire profile. Distribution of natural ²²⁶Ra, ²³²Th and ⁴⁰K in soil floodplains of the River Don, mainly decreases with depth and the lack of temporal dynamics. These radionuclides in mining of fluviosols are essentially uniformly distributed, with a slight increase in the activity concentrations of the soil profile with depth and with time. Such a concentration of radionuclides in the soils of the region is due to research parent rocks, climate, terrain features and properties of the soil.

Keywords: radionuclides, soil, profile, distribution

Источником радионуклидов земного происхождения в почвах является земная кора. Содержание естественных радионуклидов (ЕРН) в почвах определяется их содержанием в материнских породах, процессами выщелачивания подземными водами, интенсивностью потока солнечной радиации на земную поверхность и другими процессами [1].

В экологических исследованиях большое внимание уделяется оценке содержания и распределения естественных радионуклидов в наземных экосистемах природных и урбанизированных территорий. Особое внимание уделяется естественным ⁴⁰K, ²³²Th, ²²⁶Ra и искусственному ¹³⁷Cs. Удельная ак-

тивность данных радионуклидов в почвах различных территорий варьируется в широких пределах и зависит от ряда факторов, таких как химические и физические свойства почвы, климатические особенности регионов исследования, радиоактивность подстилающих пород и рельеф местности.

Так, например, концентрация ²²⁶Ra, ²³²Th и ⁴⁰K в почвах на побережье Аргентины, в некоторых почвах Испании и в окрестностях г. Ла-Плата и почвах фермы Дзюцюань (Китай) в среднем составляет 20–80, 20–80 и 200–1000 Бк/кг соответственно [2, 5, 7].

Огромный вклад в содержание искусственного ¹³⁷Cs в почвах некоторых

территорий оказали крупные ядерные аварии. Так, например, в работе [3] концентрация ^{137}Cs в почвах Свердловской области варьирует в пределах от 1,2 до 828 Бк/кг, а в почвах Иордании, по данным [4] достигает (на некоторых участках) 576 Бк/кг. Высокое содержание ^{137}Cs обусловлено тем, что Свердловская область находится в зоне Восточно-Уральского радиоактивного следа. Однако, большинство территорий отличается относительно невысоким содержанием ^{137}Cs в почвах: удельная активность данного радионуклида в некоторых почвах Сербии варьируется в пределах от 0,09 до 38,1 Бк/кг [6].

Данная работа посвящена оценке содержания и поведения естественных и искус-

ственных радионуклидов в аллювиальных почвах горных и степных территорий Северного Кавказа.

Материалы и методы исследования

Ростовская область по характеру поверхности представляет собой равнину, расчлененную долинами рек и балками. Северная часть республики Адыгея – равнина, Южная – предгорье и горы Большого Кавказа.

Пробы почв отбирались на территории Ростовской области и Республики Адыгея на пойменных контрольных участках (КУ) рек Дон и Белая в экспедициях 2010–2014 годов. Исследуемые образцы отбирались из почвенных разрезов глубиной до 120 см послойно, слоями 0–1, 1–3, 3–5, 5–10, 10–15, 15–25, 25–35 см и далее слоями по 10 см до дна. Полевые названия исследуемых почв представлены в табл. 1.

Таблица 1

Основные типы изучаемых почв

Контрольный участок	Полевые названия почв
КУ 31	Аллювиально-дерновая ненасыщенная супесчаная на аллювиально-делювиальных отложениях (район исследования)
КУ 5	Аллювиально-луговая глеевая тяжелосуглинистая на аллювиальных отложениях
КУ 2	Аллювиально-луговая карбонатная слабогумусированная песчаная на аллювиальных отложениях

Радионуклидный состав почвы определяли инструментальным гамма-спектрометрическим методом анализа с использованием сцинтилляционного гамма-спектрометра «Прогресс-гамма», набором счетных геометрий Маринелли 1 л, Маринелли 0,5 л, Чашка Петри. Время набора гамма-спектров не превышало 24 часа, погрешность определения удельной активности радионуклидов – 15%.

Результаты исследования и их обсуждение

Вариации естественных радионуклидов в аллювиальных почвах региона исследования в целом достигают 10 раз, в зависимости от расположения участков отбора. Ниже, в табл. 2 представлены диапазон удельных активностей и средние содержания ЕРН в исследуемых почвах.

В целом, средние содержания естественных радионуклидов в аллювиальных почвах горной Адыгеи до двух раз выше, чем в аллювиальных почвах степей Ростовской области, что объясняется особенностями минералогического и гранулометрического состава почвообразующих пород. Аллювиальные отложения реки Белой характеризуются наличием большого количества гравия, камней и валунов, в состав которых входят граниты с повышенным содержанием естественных радионуклидов. Повышенное содержание этих элементов в пойме реки Белой может быть объяснено также большей расчлененностью рельефа по сравнению со степной территорией, что влияет на количество поступления смываемого почвенного материала.

Таблица 2

Удельная активность естественных радионуклидов в аллювиальных почвах Северного Кавказа, Бк/кг

Регион	Пределы вариации	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K
Степные территории	Минимум	5,7	2,8	59,2
	Максимум	23,9	26,4	485,0
	Среднее	13,4	12,7	278,3
Горные территории	Минимум	3,0	15,7	103,0
	Максимум	31,4	37,7	524,0
	Среднее	24,7	32,2	437,3

Аллювиальные отложения Ростовской области характеризуются более тяжелым гранулометрическим составом, отсутствием каменистости и низким содержанием радионуклидов. Ниже представлены

примеры распределения удельной активности естественных радионуклидов в аллювиальных почвах степной и горной территорий региона исследования за период 2010–2014 гг.

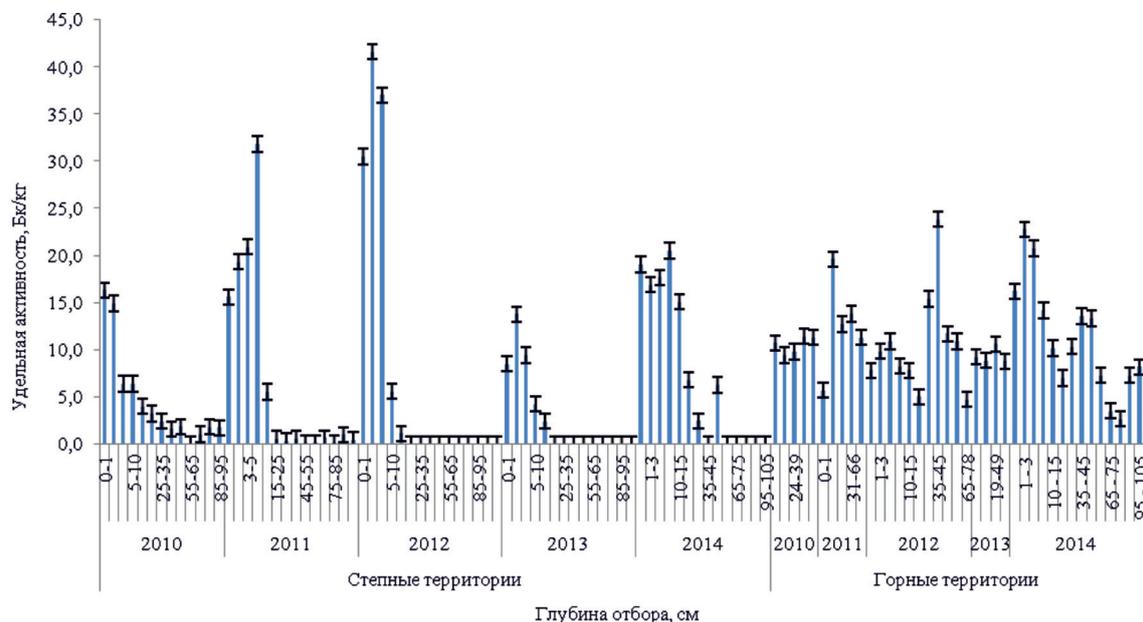


Рис. 1. Распределение ¹³⁷Cs в аллювиальных почвах

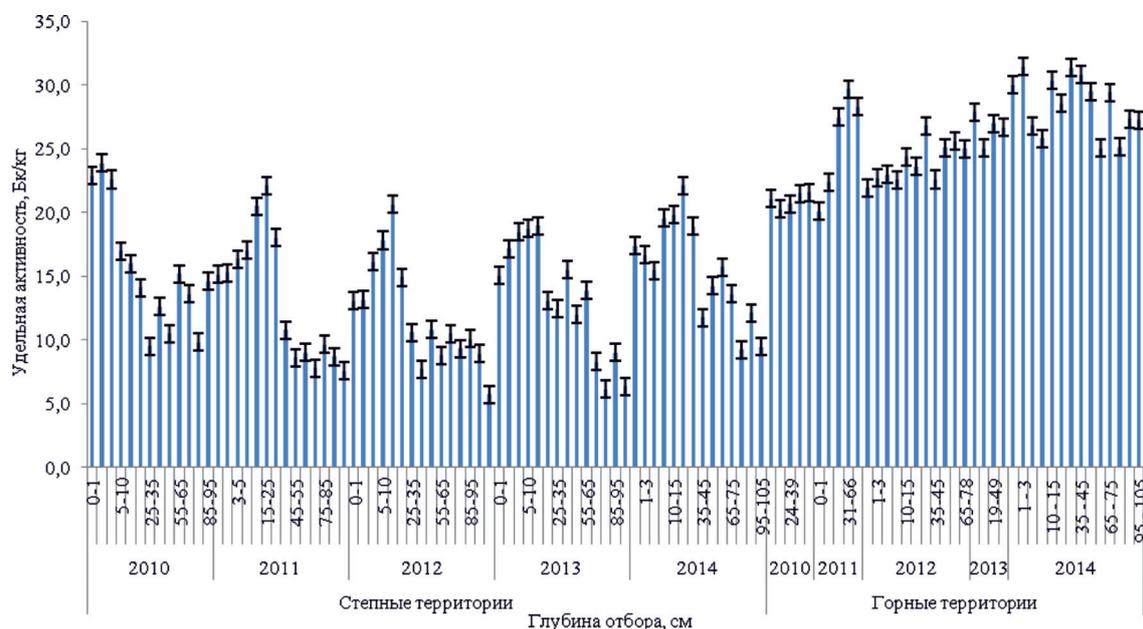


Рис. 2. Распределение ²²⁶Ra в аллювиальных почвах

Как видно из рис. 1, вертикальное распределение ¹³⁷Cs в почвах степных территорий отличается его максимумом в верхней части профиля. В почвах горных территорий ¹³⁷Cs фиксируется по всему почвенному профилю. Это связано

с особенностями почвообразования. В первых, в почвах горных территорий преобладает промывной тип водного режима, во-вторых, почвообразующие породы горных территорий характеризуются высокой скелетностью. Все это обуславливает

наличие свободного внутреннего дренажа почв и высокую подвижность элементов и их миграцию по почвенному профилю, в том числе и радионуклидов, что способствует миграции ^{137}Cs в более глубокие слои. Динамика данного искусственного радионуклида за пять лет показывает значительное перераспределение радиоцезия по почвенному профилю на участках степных территорий.

Удельная активность естественных радионуклидов (^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K) в почвах степных территорий (рис. 2–4) с глубиной почвенного профиля снижается, в среднем, до двух раз. Это связано с тем, что на данном участке почвообразующими породами являются аллювиальные песчаные отложения с низким содержанием радионуклидов. Динамика ЕРН в почвах степей не выражена.

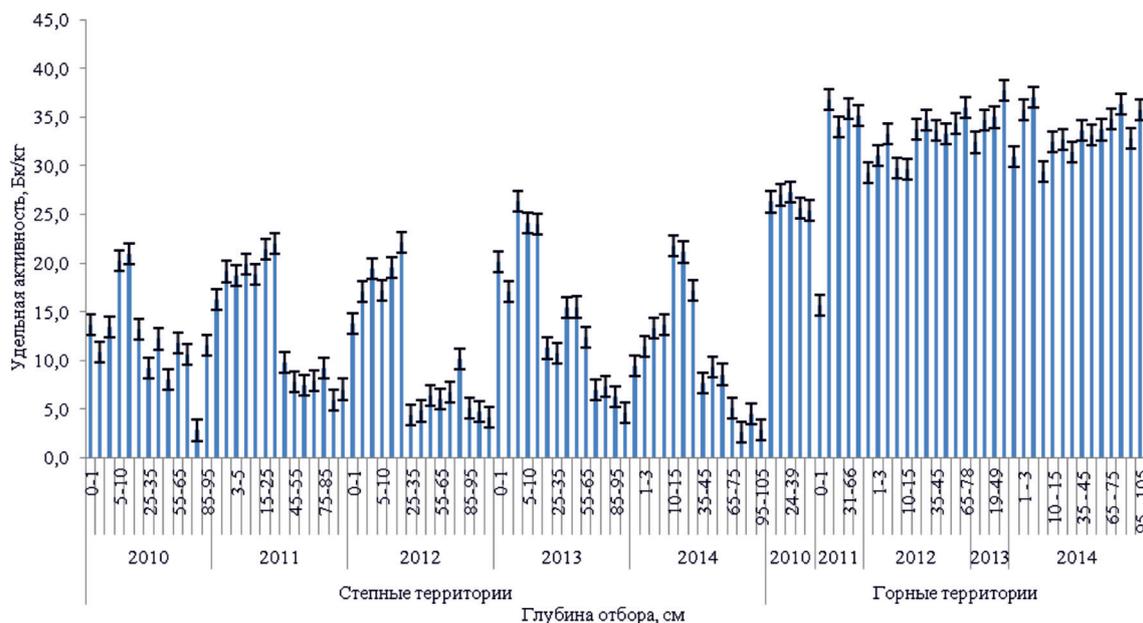


Рис. 3. Распределение ^{232}Th в аллювиальных почвах

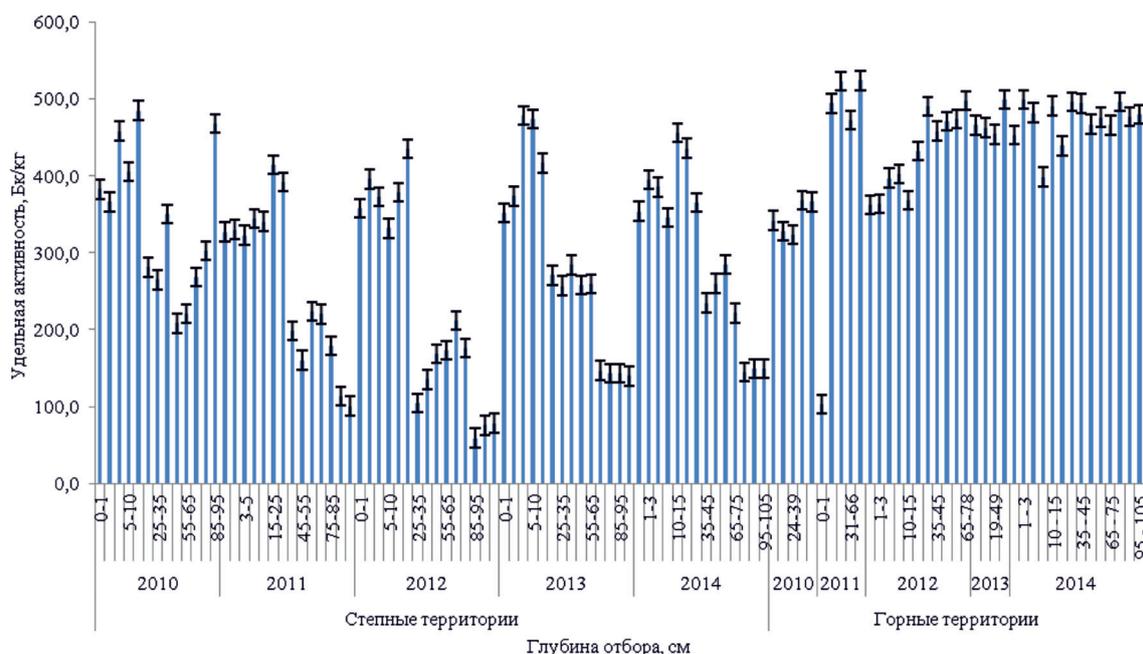


Рис. 4. Распределение ^{40}K в аллювиальных почвах

Удельная активность естественных радионуклидов в аллювиальных почвах горных территорий в ряде случаев возрастает с глубиной, что также связано с повышенной радиоактивностью почвообразующих пород. Динамика естественных радионуклидов в данных почвах отличается незначительным возрастанием их удельной активности за период с 2010 по 2014 годы. Это может быть обусловлено особенностями рельефа горных регионов – вымыванием радионуклидов на склоновых территориях и их переотложением в низинных участках, в том числе, в поймах рек.

Выводы

В целом, в работе оценены вертикальное распределение и динамика естественных и искусственных радионуклидов в аллювиальных почвах горных и степных территорий Северного Кавказа (на примере пойменных участков Ростовской области и республики Адыгея). Средние удельные активности ^{226}Ra , ^{232}Th и ^{40}K составляют 13,4, 12,7 и 278,3 Бк/кг соответственно для степных участков. В почвах горных территорий содержание данных радионуклидов в среднем равно 24,7, 32,2 и 437,3 Бк/кг соответственно. В распределении искусственного ^{137}Cs в аллювиальных почвах степей отмечается его накопление в верхних слоях, в горных почвах – данный радионуклид фиксируется по всему профилю. Распределение естественных ^{226}Ra , ^{232}Th и ^{40}K в почвах пойменных участков реки Дон, в основном снижается с глубиной и отсутствием временной динамики. Данные радионуклиды в горных аллювиальных почвах в основном распределены равномерно, с незначительным возрастанием их удельной активности с глубиной почвенного профиля и со временем. Подобное содержание радионуклидов в почвах регионов исследования обусловлено почвообразующими породами, климатическими условиями, особенностями рельефа и свойствами почвы.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 13-08-01413\13 и в рамках проектной части внутреннего гранта Южного федерального университета (Тема № 213.01.-07.2014/13ПЧВГ).

Список литературы

1. Давыдов М.Г. Радиоэкология: учебник для вузов. // М.Г. Давыдов, Е.А. Бураева, Л.В. Зорина, В.С. Малышевский, В.В. Стасов. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2013. – 635 с.

2. Charro E., Pardo R., Pena V. Chemometric interpretation of vertical profiles of radionuclides in soils near a Spanish coal-fired power plant. // Chemosphere. – 2013. – № 90. – P. 488–496.

3. Cigna A., Romero L., Monte L., Karavaeva Y., Molchanova I., Trapeznikov A. ^{90}Sr profile in soil samples from the East Urals Radioactive Trail (EURT): a quantitative approach. // Journal of Environmental Radioactivity. – 2000. – V. 49, № 1. – P. 85–96.

4. Hamarneh A.I., Wreikat A., Toukan K. Radioactivity concentrations of ^{40}K , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{241}Am , ^{238}Pu and $^{239+240}\text{Pu}$ radionuclides in Jordanian soil samples. // Journal of Environmental Radioactivity. – 2003. – № 67. – P. 53–67.

5. Montes M.L., Mercader R.C., Taylor M.A., Runco J., Desimoni J. Assessment of natural radioactivity levels and their relationship with soil characteristics in undisturbed soils of the northeast of Buenos Aires province, Argentina. // Journal of Environmental Radioactivity. – 2012. – № 105. – P. 30–39.

6. Nenadović S.S., Nenadović M.T., Vukanac I.S., Djordjević A.R., Dragičević S.S., Lješević M.A. Vertical distribution of ^{137}Cs in cultivated and undisturbed areas. // Nuclear Technology & Radiation Protection. – 2010. – V. 25, № 1. – P. 30–36.

7. Tuo F., Zhang Q., Zhang J., Zhou Q., Zhao L., Li W., Zhang J., Xu C. Inter-comparison exercise for determination of ^{226}Ra , ^{232}Th and ^{40}K in soil and building material. // Applied Radiation and Isotopes. – 2010. – № 68. – P. 2335–2338.

References

1. Davydov M.G., Buraeva E.A., Zorina L.V., Malyshevskiy V.S. Radioekologiya: uchebnik dlya vuzov. // Davydov M.G. [idr.]. Rostov n/D: Feniks. 2013. 635 p.

2. Charro E., Pardo R., Pena V. Chemometric interpretation of vertical profiles of radionuclides in soils near a Spanish coal-fired power plant. // Chemosphere. 2013. no 90. pp. 488–496.

3. Cigna A., Romero L., Monte L., Karavaeva Y., Molchanova I., Trapeznikov A. ^{90}Sr profile in soil samples from the East Urals Radioactive Trail (EURT): a quantitative approach. // Journal of Environmental Radioactivity. 2000. V. 49. no 1. pp. 85–96.

4. Hamarneh A.I., Wreikat A., Toukan K. Radioactivity concentrations of ^{40}K , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{241}Am , ^{238}Pu and $^{239+240}\text{Pu}$ radionuclides in Jordanian soil samples. // Journal of Environmental Radioactivity. 2003. no 67. pp. 53–67.

5. Montes M.L., Mercader R.C., Taylor M.A., Runco J., Desimoni J. Assessment of natural radioactivity levels and their relationship with soil characteristics in undisturbed soils of the northeast of Buenos Aires province, Argentina. // Journal of Environmental Radioactivity. 2012. no 105. pp. 30–39.

6. Nenadović S.S., Nenadović M.T., Vukanac I.S., Djordjević A.R., Dragičević S.S., Lješević M.A. Vertical distribution of ^{137}Cs in cultivated and undisturbed areas. // Nuclear Technology & Radiation Protection. 2010. V. 25. no 1. P. 30–36.

7. Tuo F., Zhang Q., Zhang J., Zhou Q., Zhao L., Li W., Zhang J., Xu C. Inter-comparison exercise for determination of ^{226}Ra , ^{232}Th and ^{40}K in soil and building material. // Applied Radiation and Isotopes. 2010. no 68. pp. 2335–2338.

Рецензенты:

Симонович Е.И., д.б.н., Академик РАЕ, старший научный сотрудник Академии биологии и биотехнологии, ФГАО ВПО «Южный федеральный университет», г. Ростов-на-Дону;

Денисова Т.В., д.б.н., профессор кафедры экологии и природопользования Академии биологии и биотехнологии Южного федерального университета, г. Ростов-на-Дону.

Работа поступила в редакцию 05.12.2014.

УДК 582.284:543.061

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ПЛОДОВЫХ ТЕЛ И КУЛЬТИВИРУЕМОГО МИЦЕЛИЯ БАЗИДИАЛЬНОГО ГРИБА *DAEDALEOPSIS TRICOLOR*

Проценко М.А., Трошкова Г.П., Косогова Т.А., Теплякова Т.В.

ФБУН «Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор»,
Кольцово, e-mail: protsenko_ma@vector.nsc.ru

В чистую культуру из плодовых тел выделены три штамма гриба *Daedaleopsis tricolor*. Получены водные и этанольные экстракты из плодового тела и культивированного мицелия гриба *Daedaleopsis tricolor*. Экстракты охарактеризованы по основным группам биологически активных веществ: полисахариды, белки, тритерпены, каротиноиды, фенольные соединения, флавоноиды. Отмечено, что выход экстрактивных веществ из мицелия в 3–5 раз выше, чем из плодового тела, при этом содержание некоторых групп БАВ в экстрактах из плодовых тел гриба, в 2–4 раза выше, чем в экстрактах из мицелия. Проведено сравнение экстрактов, полученных из плодовых тел и культивируемого мицелия по биохимическому составу и биологической активности. Установлено, что экстракты гриба *Daedaleopsis tricolor* обладают антиоксидантной и противоопухолевой активностью, при этом экстракты из культивируемого мицелия показывают в большинстве случаев более высокую биологическую активность.

Ключевые слова: *Daedaleopsis tricolor*, плодовое тело, штамм, культивированный мицелий, сухой экстракт, биологически активные вещества

BIOLOGICALLY ACTIVE COMPOUNDS FRUITING BODIES AND MYCELIUM OF THE BASIDIOMYCETE *DAEDALEOPSIS TRICOLOR*

Protsenko M.A., Troshkova G.P., Kosogova T.A., Teplyakova T.V.

State Research Center of Virology and Biotechnology Vector,
Koltsovo, e-mail: protsenko_ma@vector.nsc.ru

Three strains of the fungus *Daedaleopsis tricolor* have been created. Aqueous and ethanolic extracts of the fruiting bodies and mycelia of the fungus *Daedaleopsis tricolor* have been obtained. The extracts were characterized according to the main groups of biologically active substances, such as polysaccharides, proteins, triterpenes, carotenoids, phenolic compounds, flavonoids. It was revealed that the yield of extractive substances from the mycelium is 3–5 times higher than that of the fruiting bodies, while the content of some groups of biologically active substances in extracts from fruiting bodies of the fungus, are 2–4 times higher than in extracts from the mycelium. Comparison of extracts from the fruiting bodies and mycelia according to biochemical composition and biological activity has been conducted. Extracts of the *Daedaleopsis tricolor* possess antioxidant and anticancer activity. It should be noted that extracts from mycelium have in generally a higher biological activity.

Keywords: *Daedaleopsis tricolor*, fruit body, strain, mycelium, dry extract, biologically active substances

Поиск новых источников биологически активных соединений с целью получения эффективных и безопасных препаратов является одной из важнейших задач современной биотехнологии. Известно, что высшие базидиомицеты содержат обширный спектр различных биологически активных соединений, таких как полисахариды, белки, фенольные соединения, тритерпены, меланины, каротиноиды, обладающих различными биологическими активностями. Сложность и многообразие химического состава базидиомицетов обуславливает их широкий спектр действия на организм. Получение эффективных и продуктивных штаммов в чистой культуре дает возможность использовать достижения в области биотехнологии для получения биомассы мицелия гриба в промышленных условиях. Выделение биологически активных соединений из культивируемого мицелия имеет преимущество, т.к. качество сырья и выход биологически активных веществ становится контролируемым. Биотехно-

логические приемы, такие как оптимизация состава питательной среды, условий культивирования, фазы окончания культивирования и т.д., позволяют получать набор БАВ в заданном соотношении.

Ксилотрофный базидиомицет *Daedaleopsis tricolor* (дедалеопсис трехцветный) является сравнительно малоизученным объектом. Все же известно, что тритерпены, выделенные из этого гриба, обладают антибактериальной и антиоксидантной активностью [10]. При этом водный экстракт из плодового тела *Daedaleopsis tricolor* проявляют противоопухолевую активность [9].

В связи с этим исследование данного базидиального гриба из местообитаний Западной Сибири, а также полученных из него экстрактов является актуальной задачей.

Целью работы было выделение в чистую культуру гриба *Daedaleopsis tricolor*, получение экстрактов из плодового тела и мицелиальной массы гриба, исследование содержания основных групп БАВ и биологической активности полученных экстрактов.

Материалы и методы исследования

В работе использовали высушенные плодовые тела грибов, собранные в лесах близ села Вьюны в Колыванском районе Новосибирской обл. с погибшей березы *Betula pendula*, а также в окрестностях р.п. Кольцово в Новосибирском районе с березы *Betula pendula* и ивы *Salix alba*, а также биомассу мицелия, полученную в культуре на основе штаммов *Daedaleopsis tricolor*, выделенных нами из плодовых тел.

Выделение в культуру гриба проводилось преимущественно из тканей плодового тела. Кусочки плодового тела помещали на агаризованную питательную среду в чашки Петри. Через 6–8 суток на питательной среде наблюдался молодой растущий мицелий. Далее культуру очищали от микромицетов с помощью серии пересевов на чашки с агаризованной средой. Использовали две питательные среды: овсяной отвар агаризованный и обогащенную среду на основе мелассы и кукурузного экстракта [3].

Для суспензионного и поверхностного культивирования использовали глюкозо-пептонную среду (ГПС) следующего состава (г/л): глюкоза – 30,0 г; пептон – 5,0 г; дрожжевой экстракт – 2,0 г; KH_2PO_4 – 1,0 г; MgSO_4 – 0,5 г. [3]. Процесс глубинного культивирования проводили в колбах вместимостью 500 мл в 100 мл ГПС на круговых качалках при скорости вращения 190 об/мин, температуре $(26 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 5–7 суток, используя в качестве посевного материала 2–3-х суточный инокулят глубинной культуры, выращенный на той же среде, в количестве 20% по объёму. Поверхностное культивирование на жидкой питательной среде проводили при комнатной температуре в таких же стеклянных флаконах, находящихся в горизонтальном положении, в течение 27 суток в темном месте и 6 суток – при рассеянном свете (общее время культивирования – 33 суток). Полученную методами поверхностного и глубинного культивирования биомассу отделяли, отмывали от культуральной жидкости дистиллированной водой, высушивали при температуре 60°C и измельчали в фарфоровой ступке.

Из сухого измельченного плодового тела и сухой биомассы культивированного гриба получали водные и этанольные экстракты. Для получения сухих этанольных экстрактов использовали метод четырехкратной дробной мацерации 70%-ым этанолом при температуре 60°C и соотношении сырья к экстрагенту 1:50, при общем времени экстракции 4 часа. При получении сухих водных экстрактов сырье с водой нагревали при $95\text{--}100^\circ\text{C}$ в колбе с обратным холодильником в течение 1 часа, отделяли экстракт, и процедуру повторяли. Соотношение сырья к экстрагенту составило 1:50. Охлажденные экстракты фильтровали, упаривали и высушивали при температуре 60°C .

Качественный анализ каротиноидов, флавоноидов и тритерпенов проводили методом ТСХ. Содержание белка в образцах определяли методом Бредфорд, полисахариды анализировали методом Дрейвуда в модификации [5]. Количественное содержание фенольных соединений в экстрактах определяли по окислительно-восстановительной реакции Фолина-Чикольте [6]. Содержание каротиноидов анализировали методом спектрофотометрии в пересчете на β -каротин [4].

Восстанавливающую способность экстрактов оценивали по методу FRAP [7]. Антиоксидантная активность экстрактов была исследована в реакции окисления Твин-80 кислородом воздуха [6]. Исследуя

антиоксидантную, в том числе железо-восстанавливающую, активность экстрактов использовали положительные контроли (образцы сравнения), а именно препараты, обладающие антиоксидантной активностью: кислота галловая, арбутин, кислота аскорбиновая, дигидрокверцетин.

Анализ противоопухолевой активности полученных экстрактов проводили методом подсчета клеток в камере Горяева, используя культуру клеток Нер-2 (карцинома гортани человека). В качестве контроля использовали перевиваемые линии клеток MDCK и *Vero*.

Статистическую обработку результатов проводили общепринятыми методами с помощью пакета компьютерных программ анализа данных Microsoft Excel.

Результаты исследования и их обсуждение

Выделены в чистую культуру три штамма базидиального гриба *Daedaleopsis tricolor* из плодовых тел, собранных с разных субстратов и с разных мест произрастания Новосибирской обл. Штамм Db-14 выделен из плодовых тел, собранных близ села Вьюны в Колыванском районе, штамм Db-18 – из плодовых тел, в окрестностях р.п. Кольцово в Новосибирском районе с березы *Betula pendula*, штамм Dr-17 – из плодовых тел, в окрестностях р.п. Кольцово с ивы *Salix alba*.

Исследуя культурально-морфологические особенности штаммов *Daedaleopsis tricolor*, выявлено, что в культуре они образуют плотные колонии сначала белого, а на 14–16 сутки роста – песочного или коричневого цвета. При микроскопическом исследовании (увеличение 400, 1000) наблюдается слабо разветвленный, септированный, мицелий с многочисленными пряжками одиночного типа, генеративные гифы бесцветные.

На основе выделенных штаммов методами глубинного и поверхностного культивирования на глюкозо-пептонной среде получена биомасса мицелия гриба *Daedaleopsis tricolor*. Содержание сухой биомассы мицелия гриба, выращенного глубинным способом в течение 7 суток, составляло от 5,1 до 7,4 г/л, в то время как для получения от 5,6 до 7,7 г/л сухой биомассы мицелия методом поверхностного культивирования потребовалось 33 суток.

Сухие экстракты из плодовых тел и культивируемого мицелия гриба *Daedaleopsis tricolor* охарактеризованы по физико-химическим параметрам. Все экстракты показали наличие полисахаридов, белка и фенольных соединений. Каротиноиды и тритерпены обнаружены в этанольных экстрактах, как из плодовых тел гриба, так и из мицелия, в то время как в водных экстрактах эти группы БАВ обнаружены

не были. Показано, что выход экстрактивных веществ из мицелия в 3–5 раз выше, чем из плодового тела, при этом содержание некоторых групп БАВ в экстрактах из плодовых тел гриба, в 2–4 раза выше, чем в экстрактах из мицелия. Содержание по-

лисахаридов в водных экстрактах гриба несколько выше, чем в этанольных, в то же время содержание фенольных соединений и флавоноидов в этанольных экстрактах гриба в целом выше, чем в водных экстрактах (табл. 1, 2).

Таблица 1

Физико-химические характеристики экстрактов из плодовых тел *Daedaleopsis tricolor* в зависимости от субстрата, на котором росли грибы

Экстракт	Место сбора	Субстрат	Содержание экстрактивных веществ, % (M ± m) (n = 4)	Содержание белка, мг/г (M ± m) (n = 6)	Содержание полисахаридов, мг/г (M ± m) (n = 6)	Содержание каротиноидов, мкг/г (M ± m) (n = 4)	Содержание фенольных соединений, мг/г (M ± m) (n = 6)	Содержание флавоноидов, мг/г (M ± m) (n = 6)
Этанольный	с. Вьюны	Береза	5,0 ± 0,3	17 ± 4	331 ± 40	33 ± 2	9,2 ± 1,0	11 ± 1
	р.п. Кольцово	Береза	7,7 ± 0,5	11 ± 1	217 ± 26	39 ± 3	6,2 ± 0,1	10 ± 1
	р.п. Кольцово	Ива	9,5 ± 1,0	9 ± 1	268 ± 62	25 ± 2	7,3 ± 0,9	13 ± 2
Водный	с. Вьюны	Береза	8,8 ± 0,7	11 ± 2	393 ± 42	-	4,9 ± 0,3	≤5
	р.п. Кольцово	Береза	10,6 ± 0,2	10 ± 1	307 ± 12	-	4,1 ± 0,5	≤5
	р.п. Кольцово	Ива	14,3 ± 2,0	7 ± 1	300 ± 17	-	4,0 ± 0,6	≤5

Примечание: М – среднее арифметическое; m – ошибка среднего; n – число опытов; критерий Стьюдента при $p \leq 0,05$.

Таблица 2

Физико-химические характеристики экстрактов из мицелия *Daedaleopsis tricolor*

	Экстракт	Штамм	Содержание экстрактивных веществ, %	Содержание белка, мг/г (M ± m) (n = 6)	Содержание полисахаридов, мг/г (M ± m) (n = 6)	Содержание каротиноидов, мкг/г (M ± m) (n = 4)	Содержание фенольных соединений, мг/г (M ± m) (n = 6)	Содержание флавоноидов, мг/г (M ± m) (n = 6)
Глубинное культивирование	Этанольный	Db-14	27	≤5	184 ± 16	45 ± 3	2,4 ± 0,3	9 ± 2
		Db-18	24	≤5	70 ± 13	36 ± 3	2,0 ± 0,5	7 ± 1
		Dr-17	25	≤5	37 ± 8	29 ± 2	3,6 ± 0,1	≤5
	Водный	Db-14	23	≤5	121 ± 14	-	2,3 ± 0,1	≤5
		Db-18	36	10 ± 1	104 ± 12	-	1,9 ± 0,1	≤5
		Dr-17	27	≤5	86 ± 12	-	3,2 ± 0,5	≤5
Поверхностное культивирование	Этанольный	Db-14	27	≤5	46 ± 3	20 ± 3	≤1,8	≤5
		Db-18	31	≤5	42 ± 11	19 ± 2	2,8 ± 0,2	≤5
		Dr-17	23	≤5	37 ± 3	12 ± 2	2,6 ± 0,1	≤5
	Водный	Db-14	31	7 ± 1	59 ± 6	-	4,4 ± 0,3	≤5
		Db-18	36	≤5	52 ± 9	-	3,6 ± 0,4	≤5
		Dr-17	32	7 ± 1	71 ± 11	-	2,4 ± 0,2	≤5

Примечание: М – среднее арифметическое; m – ошибка среднего; n – число опытов; критерий Стьюдента при $p \leq 0,05$.

Известно, что избыточное образование в организме активных форм кислорода влечет за собой нежелательные реакции, лежащие в основе целого ряда заболева-

ний. Ранее было показано, что некоторые высшие базидиомицеты проявляют антиоксидантные свойства [2]. Нами установлено, что наибольшую антиоксидантную

активность в реакции окисления Твин-80 проявили экстракты из культивируемого мицелия *Daedaleopsis tricolor*. В то же

время все экстракты гриба проявили низкую железо-восстанавливающую способность (табл. 3).

Таблица 3

Антиоксидантная активность экстрактов *Daedaleopsis tricolor*

	Вид сырья	Содержание сухого вещества, мг/мл	АОА, % (M ± m) (n = 4)	BC
Этанольный экстракт	Плодовое тело (Село Вьюны; береза)	5,0	7 ± 3	0,3
	Плодовое тело (р.п. Кольцово; береза)	5,0	4 ± 1	0,4
	Плодовое тело (р.п. Кольцово; ива)	5,0	2 ± 1	0,5
	Мицелий (штамм Db-14)	5,0	13 ± 10	0,6
	Мицелий (штамм Db-18)	5,0	10 ± 4	0,4
	Мицелий (штамм Dг-17)	5,0	21 ± 9	0,6
Водный экстракт	Плодовое тело (Село Вьюны; береза)	5,0	13 ± 1	0,6
	Плодовое тело (р.п. Кольцово; береза)	5,0	8 ± 2	0,5
	Плодовое тело (р.п. Кольцово; ива)	5,0	11 ± 1	0,8
	Мицелий (штамм Db-14)	5,0	33 ± 1	0,3
	Мицелий (штамм Db-18)	5,0	17 ± 4	0,8
	Мицелий (штамм Dг-17)	5,0	32 ± 11	0,5
(К+)	Дигидрокверцетин	0,5	27 ± 7	10,5
	Кислота галловая	2,5	10 ± 2	20,1
	Арбутин	5,0	26 ± 4	8,1

Примечание: АОА – антиоксидантная активность в реакции окисления Твин-80 кислородом воздуха; BC – восстанавливающая способность (приравнивается к тангенсу угла наклона); (К+) – положительный контроль; M – среднее арифметическое; m – ошибка среднего; n – число опытов; критерий Стьюдента при $p \leq 0,05$.

В связи с тем, что наличие антиоксидантной активности препаратов может свидетельствовать о наличии противоопухолевых свойств, экстракты исследовали на цитотоксическую активность методом подсчета клеток. Для анализа противоопухолевой активности использовали клеточную линию Нер-2. Рассчитывали индексы пролиферации, оценивали рост клеток в зависимости от концентрации сухого вещества, определяли концентрацию, ингибирующую рост клеток на 50% (IC_{50}) для водных экстрактов, полученных из плодовых тел и мицелия гриба. Было выявлено, что IC_{50} водного экстракта из плодового тела гриба находилась в пределах 200–300 мкг/мл, а IC_{50} экстракта из мицелия – 100–115 мкг/мл. Таким образом, водный экстракт мицелия проявил более высокую антипролиферативную активность в отношении клеточной линии Нер-2, чем экстракт из плодового тела гриба. В связи с этим водный экстракт мицелия *Daedaleopsis tricolor* является перспективным агентом для разработки и получения противоопухолевого препарата. Исследуя токсичность на нормальных клетках, выявлено, что экстракты в концентрациях

до 2000 мкг/мл не оказывали токсического действия на клетки MDCK и *Vero*.

Результаты исследования биологической активности гриба *Daedaleopsis tricolor* свидетельствуют, что экстракты, полученные из выращенного в культуре мицелия гриба, показывают, как правило, более высокую биологическую активность в сравнении с экстрактами из плодовых тел данного базидиомицета.

Выводы

В чистую культуру выделено 3 штамма гриба *Daedaleopsis tricolor* из плодовых тел, собранных с разных субстратов. Экстракты, полученные из плодовых тел и сухой биомассы мицелия *Daedaleopsis tricolor*, охарактеризованы по основным группам биологически активных веществ. Выявлена антиоксидантная активность экстрактов из гриба *Daedaleopsis tricolor*. Показана антипролиферативная активность экстрактов *Daedaleopsis tricolor*. Проведено сравнение экстрактов, полученных из плодовых тел и культивируемого мицелия по биохимическому составу и биологической активности. Выявлено, что экстракты,

полученные из культивируемого мицелия гриба, в большинстве случаев показывают более высокую биологическую активность, чем экстракты, выделенные из плодовых тел. Проявление экстрактами биологической активности открывает перспективу использования гриба *Daedaleopsis tricolor* для разработки и получения лекарственных препаратов.

Список литературы

1. Ковалева А.В., Кузьминых О.В., Лашенко Е.Ю., Древал К.Г., Каниболоцкая Л.В., Бойко М.И., Шендрик А.Н. Антиоксидантные свойства дереворазрушающих макромицетов // Вісник донецького національного університету. – 2013. – № 1. – С. 136–139.
2. Косогова Т.А. Штаммы базидиальных грибов юга Западной Сибири – перспективные продуценты биологически активных препаратов: автореф. дисс. ... канд. биол. наук, 03.01.06. Кольцово, 2013. – 26 с.
3. Кудинова С.П., Казарян Р.В., Ремизова Е.Б., Кунщикова И.С. Патент РФ № 1730578. Способ определения количества β-каротина в белок содержащих продуктах.
4. Трошкова Г.П., Костина Н.Е., Проценко М.А., Скарнович М.А. Оптимизация технологии получения сухого экстракта из гриба *Fomes fomentarius* // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 4.
5. Федосеева А.А., Лебедкова О.С., Каниболоцкая Л.В., Шендрик А.Н. Антиоксидантная активность настоев чая // Химия растительного сырья. – 2008. – № 3. – С. 123–127.
6. Bendiabdellah A., Dib M., Meliani N., Djabou N., Al-lali H., Tabti B. Preliminary phytochemical screening and antioxidant activities of solvent extracts from *Daucus crinitus* Desf., from Algeria Journal of Applied Pharmaceutical Science. – 2012. – № 02 (07). – P. 92–95.
7. Ikekawa T., Nakanishi M., Uehara N., Chihara G., Fukuoka F. Antitumor action of some Basidiomycetes, especially *Phellinus linteus* // Jap. J. Canc. Res. – 1968. – № 59. – P. 155–157.
8. Eun-Mi Kim, Hae-Ryong Jung, Tae-Jin Min. Purification, Structure Determination and Biological Activities of 20(29)-lupen-3-one from *Daedaleopsis tricolor* (Bull. ex Fr.) Bond. et Sing. Structure, Biological Activitie Substance in *D. tricolor* Bull. Korean Chem. Soc. – 2001. – V. 22. – № 1.

References

1. Kovaleva A.V., Kuzminyh O.V., Laschenko E.Yu., Dreval K.G., Kanibolotskaya L.V., Boyko M.I., Shendrik A.N., Visnik doneckogo nacionalnogo universitetu. 2013. no 1. pp. 136-139.
2. Kosogova T.A. Shtammy bazidialnyh gribov yuga Zapadnoy Sibiri – perspektivnye produtsenty biologicheski aktivnyh preparatov: avtoref. diss. ... kand. biol. nauk, 03.01.06. Koltsovo, 2013. 26 pp.
3. Kudinova S.P., Kazaryan R.V., Remizova E.B., Kunschikova I.S. Patent RF no 1730578. Sposob opredeleniya kolichestva β-karotina v belok sodержaschih produktah.
4. Troshkova G.P., Kostina N.E., Protsenko M.A., Skarnovich M.A., Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2012. no 4.
5. Fedoseeva A.A., Lebedkova O.S., Kanibolockaya L.V., Shendrik A.N., Himiya rastitelnogo syrya. 2008. no 3. pp. 123–127.
6. Bendiabdellah A., Dib M., Meliani N., Djabou N., Al-lali H., Tabti B. Preliminary phytochemical screening and antioxidant activities of solvent extracts from *Daucus crinitus* Desf., from Algeria, Journal of Applied Pharmaceutical Science. 2012. no 02 (07). – pp. 92–95.
7. Ikekawa T., Nakanishi M., Uehara N., Chihara G., Fukuoka F. Antitumor action of some Basidiomycetes, especially *Phellinus linteus*, Jap. J. Canc. Res. 1968. no 59. pp. 155–157.
8. Eun-Mi Kim, Hae-Ryong Jung, Tae-Jin Min. Purification, Structure Determination and Biological Activities of 20(29)-lupen-3-one from *Daedaleopsis tricolor* (Bull. ex Fr.) Bond. et Sing. Structure, Biological Activitie Substance in *D. tricolor* Bull. Korean Chem. Soc. 2001. V. 22. no 1.

Рецензенты:

Мазуркова Н.А., д.б.н., заведующая лабораторией препаратов природного происхождения, ФБУН «Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор», п. Кольцово;

Белявская В.А., д.б.н., профессор, заведующая сектором отдела научно-методической подготовки персонала по работе с возбудителями особо опасных инфекций, ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор», п. Кольцово.

Работа поступила в редакцию 05.12.2014.

УДК 612.592.3.019

ВЛИЯНИЕ ВНУТРИБРЮШИННОГО ВВЕДЕНИЯ САХАРОЗЫ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ МОЗГА КРЫС ПРИ ГИПОТЕРМИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЯХ

¹Рабданова З.Г., ¹Абдурахманов Р.Г., ¹Кличханов Н.К., ^{1,2}Пиняскина Е.В.

¹ГОУ ВПО «Дагестанский государственный университет»,

Махачкала, e-mail: r.zukhra@yandex.ru;

²ФГБУН ПИБР ДНЦ РАН, лаборатория экологической биофизики,

Махачкала, e-mail: elpin1@rambler.ru

Исследована электрическая активность мозга крыс при общей гипотермии и последующем согревании на фоне внутрибрюшинного введения сахарозы в условиях тиопенталового наркоза. Охлаждение крыс привело к подавлению электрической активности мозга. При согревании тела животного после достижения критической температуры электрическая активность мозга постепенно восстанавливалась. Спектральная плотность электроэнцефалограмм также закономерно изменяется в цикле охлаждение-согревание. Поверхностная гипотермия вызывает индукцию тета-ритма, частота которого уменьшается после снижения температуры тела. В спектре мощности ЭЭГ в динамике гипотермии доминируют низкие частоты. Введение сахарозы в дозе 3 мМоль на 100 г веса животного не оказало влияния на температуру, при которой электроэнцефалограмма становится плоской 18–19 °С. Обсуждается возможный механизм температурной зависимости электрической активности мозга крыс и влияние осмотически активных веществ на ЭЭГ.

Ключевые слова: гипотермия, электрическая активность, ЭЭГ, сахароза, спектральная плотность, спектр мощности, крыса

INFLUENCE OF INTRAPERITONEAL INTRODUCTION OF SUCROSE ON ELECTROENCEPHALOGRAM OF RATS AT HYPOTHERMIA

¹Rabadanova Z.G., ¹Abdurahmanov R.G., ¹Klichhanov N.K., ^{1,2}Pinyaskina E.V.

¹Dagestan State University, Makhachkala, e-mail: r.zukhra@yandex.ru;

²Federal State Institution of Science Pricaspian Institute of Biological Resources of the Dagestan Centre of Science of the RAS, Makhachkala, e-mail: elpin1@rambler.ru

Electrical activity in the brain of rats with a total of hypothermia and subsequent warming to background intraperitoneal injection of sucrose in conditions using thiopental anesthesia was investigated. Cooling rats led to the suppression of the electrical activity of the brain. When warming the animal's body after the critical temperature the electrical activity of the brain is gradually restored. Spectral density electroencephalogram changes regularly cycle cooling-warming. Surface hypothermia causes induction of theta rhythm whose frequency decreases after the temperature of the body. In the spectrum of EEG power in the dynamics of hypothermia dominate low frequencies. Introduction Sucrose at 3 millimoles per 100 g of animal weight does not affect the critical temperature of 18–19 °C at which the EEG becomes flat. The mechanism of the temperature dependence of the electrical activity of the brain of rats and the effect of osmotically active substances in the EEG is discussed.

Keywords: hypothermia, electric activity, EEG, sucrose, spectral density, power spectrum, rats

Нейроны головного мозга сусликов адаптированы к низким температурам и полностью восстанавливают свое состояние при выходе из оцепенения [3]. Потенциальные возможности гомойотермных животных в этом отношении мало изучены. Известно, что при снижении температуры мозга биохимические и биофизические процессы, лежащие в основе биоэлектrogenеза, изменяются, индуцируя изменение частоты генерируемых колебаний электрического потенциала: по мере снижения температуры тела млекопитающих, электрическая активность мозга крыс снижается и при ректальной температуре $\approx 18\text{--}20^\circ\text{C}$ электроэнцефалограмма (ЭЭГ) становится плоской (изоэлектрической) [7, 8]. Основным критерием восстановления функций мозга у млекопитающих при воздействии гипотермии является способность нервных клеток к восстановлению электрической ак-

тивности [3]. Опыты, проведенные в нашей лаборатории, дают основания предполагать, что глубокая гипотермия вызывает отёк мозга, так как температура мозга несколько отстает от ректальной температуры при согревании [1]. До настоящего времени число исследований влияния веществ, способных снимать отёк мозга крайне ограничено. В связи с этим представляется актуальным исследование ЭЭГ у млекопитающего (крысы) при различных гипотермических состояниях с введением вещества, обладающего осмотическим эффектом – сахарозы. В работе представлен спектральный анализ электроэнцефалограмм крыс при общей гипотермии с введением сахарозы.

Материалы и методы исследования

Опыты проведены на 15 белых беспородных крысах-самцах весом 140–180 г, содержащихся на обычном рационе в условиях вивария. Все опыты

проведены под тиопенталовым наркозом (40 мг/кг живого веса). Охлаждение животных производили посредством обкладки туловища полиэтиленовыми пакетами с битым льдом. Температуру тела измеряли с помощью ртутного термометра в прямой кишке. По достижении температуры, при которой ЭЭГ становится плоской (критическая температура), охлаждение прекращали и начинали согревание, подложив под тело животного грелку с теплой водой. Общее время охлаждения до ректальной температуры 20 °С составляло около 1,5 часа, время согревания до 36 °С составляло примерно столько же. При этих скоростях изменения температуры тела разность между температурой мозга и ректальной температурой составляет 0,5–1,0 °С. Регистрация ЭЭГ осуществлялась с помощью нихромовых ($d = 0,3$ мм) электродов, вживлённых в соматосенсорную область коры головного мозга (2–3 мм латеральной средней линии и 5 мм проксимальной брегмы). Сигнал с регистрирующих электродов через усилитель биопотенциалов УБП1-02 (полоса частот от 0 до 10 кГц) подавался на аналого-цифровой преобразователь L-780 фирмы L-Card (изготовитель Россия). Частота оцифровки 500 Гц. Время сбора данных 33 сек (16500 точек). Данные ЭЭГ обрабатывали в «STATISTICA 6», используя быстрое преобразование Фурье. Поскольку наркоз и низкие температуры подавляют высокочастотные колебания в спектре ЭЭГ, анализировали мощность колебаний в диапазоне частот от 0 до 15 Гц.

Результаты исследования и их обсуждение

Поскольку характер изменения энцефалограмм и спектральной плотности в динамике охлаждения и согревания имел идентичный характер на протяжении всей серии опытов (15 крыс), представляется возможным обсудить один из них. На рис. 1. показаны электроэнцефалограммы крысы в цикле гипотермия – согревание. При исходной температуре тела 36 °С регистрируется низкоамплитудная ЭЭГ. Введение сахарозы до начала охлаждения (рис. 1, вторая кривая сверху) привело к увеличению размаха колебаний. Начало гипотермии 34 °С этот процесс несколько усилил. Последующее охлаждение животного привело к закономерному подавлению электрической активности. При глубокой гипотермии ~ 18–19 °С, ЭЭГ становится плоской т.н. электрическое молчание. Поскольку последующее снижение температуры резко увеличивал риск летального исхода, дальнейшее охлаждение животного не проводили.

На рис. 2 показана типичная картина частотного распределения спектральной плотности ЭЭГ крыс при общей гипотермии и последующем согревании. Первые две кривые до начала гипотермии несут общий характер. Подавляющая доля спектральной плотности приходится на диапазон частот от 0 до 9 Гц. Правда, в диапазоне частот, согласно общепринятой

классификации, соответствующих тетра-ритму [9], заметны интенсивные колебания. После введения сахарозы (рис. 1, 2, вторая кривая сверху) существенных изменений на ЭЭГ и ее спектральной плотности не наблюдается. При снижении температуры тела до 33 °С частота колебаний уменьшается, амплитуда увеличивается, и в спектре мощности ЭЭГ доминирует полоса тетра-ритма. В дальнейшем при снижении температуры тела частота тетра-ритма стремится к нулю. Изоэлектрической ЭЭГ стала при 19 °С.

Первые признаки электрической активности мозга возникают не при той же температуре тела, при которой она исчезла, а при более высокой ~ 25. А значит, имеет место гистерезис. На рис. 2. видно, что восстановление электрической активности мозга при согревании сопровождается появлением полосы низких частот, которая при дальнейшем повышении температуры тела смещается в область высоких. И, наконец, при 36 °С спектр мощности имеет характерный вид гиперболического спада в область высоких частот. Эти данные согласуются с результатами нашей предыдущей работы [5]. Введение сахарозы в дозе 3 мМоль/100 г веса тела не привело к снижению критической температуры.

Ранее нами было показано, что при гипотермии ЭЭГ у крыс становится плоской при температуре тела 19–18 °С [7]. Было также показано, что внутривентриальное введение мочевины в дозе 3 мМоль на 100 г веса тела снижает эту критическую температуру на несколько градусов [4]. Аналог мочевины ацетамид также снижает критическую температуру для ЭЭГ [6]. Механизм действия мочевины и ее аналогов не известен.

В настоящее время нет достаточно полной теории температурной зависимости электрической активности мозга. Одна из гипотез состоит в том, что ЭЭГ становится плоской из-за того, что в мозге развивается отёк нейронов, сокращение экстраклеточного пространства, и, как следствие, прекращение генерации биопотенциалов. Фактором, вызывающим развитие отека мозга является недостаток поступления кислорода и энергии АТФ, что может вызвать нарушение работы ионных насосов и избыточное поступление в клетку ионов Na^+ , что в свою очередь, вызывает повышение внутриклеточного осмотического давления и соответственно чрезмерное поступление в клетку воды. Добавление в кровь осмотически активных веществ, могло бы снять или предотвратить отёк

нейронов и, тем самым, снизить критическую температуру для ЭЭГ. Отсутствие выраженного эффекта сахарозы на критическую температуру говорит о том, что мочевины и ацетамид действуют неким специфическим образом, а не только как осмотики. В отличие от других осмотиков (мочевины и ацетамида), сахароза не проникает через гематоэнцефалический барьер [2], этот эффект связан со способностью интенсивной сорбции воды из тканей и переводом ее в кровеносное русло

за счет увеличения осмотического давления крови. Уменьшение вязкости крови, в свою очередь, улучшает микроциркуляцию в мозге. Однако обращает на себя внимание тот факт, что восстановление электрической активности мозга при согревании на фоне введения сахарозы происходит при более низких температурах тела 25–26 °С (в контроле при 27–28 °С). Возможно, этот эффект обусловлен осмотическими свойствами сахарозы, проявление которого требовало времени.

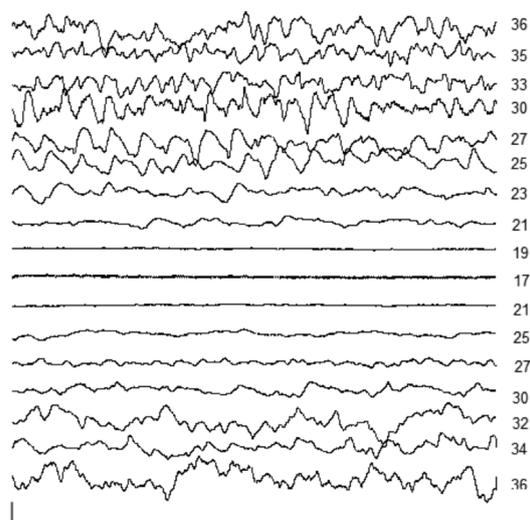


Рис. 1. ЭЭГ крысы для различных температур тела при охлаждении и последующем согревании с введением сахарозы в дозе 3 мМ/100 г веса тела. Масштаб по вертикали 400 мкВ, по горизонтали – 1 с.

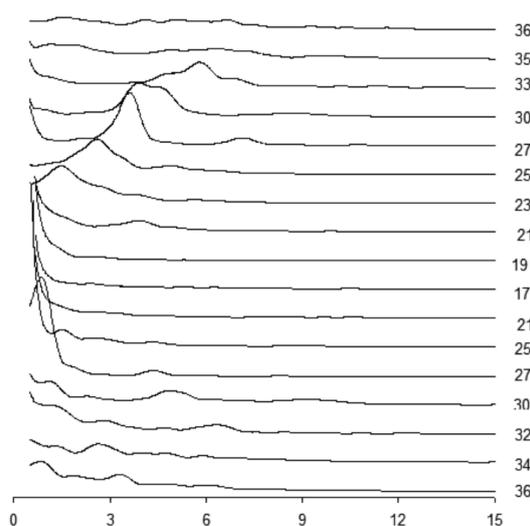


Рис. 2. Спектральные плотности ЭЭГ крысы при охлаждении и последующем согревании с введением сахарозы. По оси абсцисс – частота в Гц, по оси ординат спектральная плотность в процентах от общей плотности в диапазоне от 0 до 15 Гц.

Таким образом, нами экспериментально показано, что гипотермия приводит к подавлению электрической активности мозга крыс, и индукции тета-ритма, частота которого уменьшается при снижении температуры тела, что, возможно, является ключевым фактором защитного действия при неблагоприятных для жизни условиях. Оценка целесообразности и эффективности применения сахарозы как осмолитика освещены недостаточно. У большинства исследователей нет сомнений в необходимости поддержания электролитного гомеостаза между клетками мозга и кровью, однако ответ на вопрос, каков механизм защитного действия осмолитиков, до сих пор не ясен. Поэтому исследования по влиянию моносахаров на температурную зависимость электрической активности мозга будут предметом наших дальнейших исследований.

Список литературы

1. Абдурахманов Р.Г. Влияние мочевины и её аналогов на электрическую активность мозга крыс при гипотермии. Автореф. дисс. канд.биол.наук. – Астрахань, 2002.
2. Бредбери М. Концепция гематоэнцефалического барьера. – М: Медицина. – 1983. – 480 с.
3. Игнатъев Д.А., Гордон Р.Я., Воробьев В.В., Рогачевский В.В. Сравнительный анализ процессов восстановления электроэнцефалографической и белоксинтезирующей активности неокортекса и гиппокампа зимнеспящих (суслики) и незимнеспящих (крысы) животных при выходе из гипотермии // Биофизика, – 2005. Т. 50, № 1. – С. 140–151.
4. Мейланов И.С., Абдурахманов Р.Г. Электрическая активность мозга крыс при гипотермии на фоне внутрибрюшинного введения мочевины и ее аналогов. Химия в технологии и медицине. Матер. конф. – Махачкала, – 2001. – С. 113–115.
5. Пашаева З.Г., Абдурахманов Р.Г., Расулов М.К., Мейланов И.С. Спектральный анализ ЭЭГ крыс при гипотермии // Вестник ДГУ, –2007. – Вып.4. – С. 65–67.
6. Рабаданова З.Г., Абдурахманов Р.Г., Мейланов И.С. Влияние ацетамида на электрическую активность мозга крыс при гипотермии // Известия высших учебных

заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. – 2010. – № 5. – С. 65–69.

7. Рабаданова З.Г., Мейланов И.С. Статистический анализ электроэнцефалограмм крыс при гипотермических состояниях. Вестник ДГУ, ИПЦ ДГУ, – 2011. – Вып.1. – С. 113–120.

8. Тимофеев Н.Н., Прокопьева Л.П. Нейрохимия гипобоза и пределы криорезистентности организма. – М.: Медицина, 1997. – 208 с.

9. Buzsaki G. Theta oscillations in the hippocampus // *Neuron*, – 2002. – V. 33. – P. 325–340.

References

1. Abdurahmanov R.G. Vlijanie mocheviny i ejo analogov na jelektricheskuju aktivnost' mozga kryс pri gipotermii. Avtoref. diss. kand.biol.nauk. – Astrahan', 2002.

2. Bredberi M. Konceptija gematojencefalicheskogo bar'era. M: Medicina. 1983. 480 p.

3. Ignat'ev D.A., Gordon R.Ja., Vorob'ev V.V., Rogachevskij V.V. Sravnitel'nyj analiz processov vosstanovlenija jelektrijencefalograficheskoi i beloksintezirujushhej aktivnosti neokorteksa i gippokampa zimnespjashhih (susliki) i nezimnespjashhih (kryсы) zhivotnyh pri vyhode iz gipotermii//*Biofizika*, 2005. T. 50. no 1. pp. 140–151.

4. Mejlanov I.S., Abdurahmanov R.G. Jelektricheskaja aktivnost' mozga kryс pri gipotermii na fone vnutribjushinnogo vvedenija mocheviny i ee analogov. Himija v tehnologii i medicine. Mater. konf. – Mahachkala, 2001. pp.113–115.

5. Pashaeva Z.G., Abdurahmanov R.G., Rasulov M.K., Mejlanov I.S. Spektral'nyj analiz JeJeG kryс pri gipotermii// *Vestnik DGU*, 2007. Vyp.4. pp. 65–67.

6. Rabadanova Z.G., Abdurahmanov R.G., Mejlanov I.S. Vlijanie acetamida na jelektricheskuju aktivnost' mozga kryс pri gipotermii//*Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Severo-Kavkazskij region. Estestvennye nauki*, 2010, no 5, pp. 65–69.

7. Rabadanova Z.G., Mejlanov I.S. Statisticheskij analiz jelektrijencefalo-gramm kryс pri gipotermicheskikh sostojanijah. *Vestnik DGU, IPC DGU*, 2011, Vyp.1, pp. 113–120.

8. Timofeev N.N., Prokop'eva L.P. Nejrohimiya gipobioza i predely kriorezistentnosti organizma. M.: Medicina, 1997. 208 p.

9. Buzsaki G. Theta oscillations in the hippocampus//*Neuron*, 2002, V. 33, pp. 325–340.

Рецензенты:

Омаров К.З., д.б.н., заведующий лабораторией зоологии животных, ФГБУН «Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра Российской академии наук», ГОУ ВПО «Дагестанский государственный университет», г. Махачкала;

Габибов М.М., д.б.н., профессор, заведующий кафедрой анатомии, физиологии, гистологии ДГУ, ГОУ ВПО «Дагестанский государственный университет», г. Махачкала.

Работа поступила в редакцию 05.12.2014.

УДК 591.111.1:612.111:618.11-006.6

ИЗУЧЕНИЕ ПРО- И АНТИОКСИДАНТНОГО СТАТУСА ЭРИТРОЦИТОВ ПРИ ПРОГРЕССИРОВАНИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО РАКА ЯИЧНИКОВ

Тузеева А.Ю., Долгова Д.Р., Абакумова Т.В., Сенина Д.Н.

ФГБОУ ВПО «Ульяновский государственный университет», Ульяновск, e-mail: contact@ulsu.ru

Экспериментальные исследования проведены на белых крысах с перевиваемой асцитной опухолью яичников. Объектом исследования послужили эритроциты крыс в стационарную (n = 22) и в терминальную фазу роста опухоли (n = 22). (Контрольную группу составили здоровые половозрелые крысы (n = 22)). Изучены редокс-зависимые процессы в эритроцитах в динамике экспериментального канцерогенеза. Установлено значимое увеличение продуктов перекисного окисления липидов (диеновые конъюгаты, кетодиены, шиффовы основания, малоновый диальдегид) в эритроцитах в динамике роста опухоли в стационарную и терминальную фазу. При этом также отмечено повышение уровня активности ферментов – супероксиддисмутазы, каталазы, глутатион-трансферазы у животных в стационарную и терминальную фазу роста асцитной опухоли яичников. Методом атомно-силовой микроскопии изучена цитоархитектоника эритроцитов и преобладание эхиноцитов в стационарную фазу и сфероциты в терминальную фазу. Таким образом, увеличение уровня липопероксидации и изменение топологии эритроцитов может свидетельствовать об усилении паранеопластических процессов.

Ключевые слова: антиоксидантная система, перекисное окисление липидов, атомно-силовая микроскопия, асцитная опухоль яичников

STUDY PRO AND ANTIOXIDANT STATUS OF ERYTHROCYTES IN THE PROGRESSION OF EXPERIMENTAL OVARIAN CANCER

Tuzeeva A.Y., Dolgova D.R., Abakumova T.V., Senina D.N.

Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, e-mail: contact@ulsu.ru

Experimental studies conducted on white rats with transplanted ascitic ovarian tumors. The object of the study were fixed erythrocytes rats (n = 22) and in the terminal phase of tumor growth (n = 22). (Control group consisted of healthy adult rats (n = 24)). Studied redox-dependent processes in erythrocytes in the dynamics of experimental carcinogenesis. Established significant increase in products of lipid peroxidation (diene conjugates, kettani, chiffony foundation, malonic dialdehyde) in erythrocytes in the dynamics of tumor growth in stationary and the terminal phase. It also noted the increased activity of the enzymes superoxide dismutase, catalase, glutathione-transferase animals in stationary and terminal growth phase ascitic ovarian cancer. By the method of atomic force microscopy were used to study cytoarchitectonic of erythrocytes and a predominance of echinocytes in the stationary phase and ferocity in the terminal phase. Thus, the increase in the level of lipoperoxidation and topology changes of erythrocytes may indicate a strengthening of paraneoplastic processes.

Keywords: antioxidant system, lipid peroxidation, atomic force microscopy, ascitic tumor of the ovaries

Одной из наиболее древних, эволюционно сложившихся и сложноустроенных биологических систем у человека является система редокс-гомеостаза, главным компонентом которой является сеть ферментов антиоксидантной защиты (АОЗ), контролирующих течение, направленность и интенсивность процессов свободнорадикального окисления (СРО) в органах и тканях и обеспечивающих приспособление организма к изменяющимся условиям внешней среды [1]. Около 90% потребляемого человеком молекулярного кислорода вовлекаются в реакции окислительного фосфорилирования, при этом образуются в небольших концентрациях свободные радикалы, которые участвуют в регуляции роста и дифференцировки клеток [2; 5]. Повышение уровня свободнорадикального окисления приводит к быстрому разрушению клеточных структур в результате их повреждения; происходит нарушение окислительно-восстановительного статуса

клеток, получивший название окислительный стресс, который выступает как одно из патогенетических звеньев канцерогенеза [8]. Эритроцит – один из важнейших носителей информации о процессах, протекающих в тканевых структурах. Его мембрана контактирует с опухолевой тканью, что приводит к нарушению метаболизма эритроцитов, в результате чего снижается их жизнеспособность, изменяется морфофункциональное состояние [3]. Использование перевиваемых опухолей, в частности асцитной опухоли яичников крыс (АОЯ), позволяет четко отслеживать стадии канцерогенеза. Целью исследования явилось изучение про- и антиоксидантного статуса эритроцитов при прогрессировании экспериментального рака яичников.

Материалы и методы исследования

Экспериментальные исследования проведены на белых беспородных крысах массой 180–200 г. с перевиваемой асцитной опухолью (штамм РЯ, РОНЦ им. Н.Н. Блохина, г. Москва). Прогрессирование

данного типа опухоли проходит в 3 фазы: логарифмическая (с 4-суток после перевивки), стационарная (с 8-суток после перевивки), терминальная стадия (с 13 суток после перевивки). Материалом для исследований послужили эритроциты крыс в стационарную ($n = 22$) и в терминальную фазу роста опухоли ($n = 22$). Контрольную группу составили здоровые половозрелые крысы ($n = 24$). Для оценки продуктов липопероксидации ЛПО в гемолизате эритроцитов (1:10) оценивали уровень диеновых конъюгатов (ДК) – при $E_{232/220 \text{ нм}}$, кетодиенов (КД) – при $E_{278/220 \text{ нм}}$, шиффовых оснований (ШО) – при $E_{400/220 \text{ нм}}$ по методу Волчегорского И.А. (1989). Содержание ТБК-активного продукта перекисного окисления липидов (ПОЛ) – малонового диальдегида (МДА) оценивали в тесте с тиобарбитуровой кислотой по методу Андреевой Л.И. (1988). Для оценки ферментативного звена антиоксидантной системы (АОЗ) изучали активность супероксиддисмутазы (СОД) по методу Nishikimi M. (1972), каталазы и глутатион-S-трансферазы (ГТ) по методу Карпищенко А.И. (1999). Исследования форм и размеров эритроцитов проводилось методом атомно-силовой микроскопии (АСМ) Solver Pro (NT-MDT,

Зеленоград, Россия) в полуконтактном режиме, использовались фирменные кремниевые зонды с жесткостью 0,2 N/m, радиус закругления кончика зонда примерно 50 нм. Поскольку распределение в выборках отличалось от нормального, для оценки достоверности различий между группами использовали непараметрический критерий Манна-Уитни (Statav.6.0). Различия считались статистически значимыми при $p \leq 0,05$ от уровня контрольной группы.

Результаты исследования и их обсуждение

Известна роль СОД в поддержании уровня активных форм кислорода (АФК) в клетке. СОД в качестве начального звена защиты от супероксиданионов ускоряет реакции превращения кислородного радикала (супероксид OO) в перекись водорода и молекулярный кислород [4]. В нашем исследовании установлена тенденция к повышению СОД как в стационарную, так и в терминальную фазу (табл. 1).

Таблица 1

Активность ферментов АОЗ в эритроцитах при экспериментальном РЯ($M \pm m$)

Ферменты АОЗ	Контроль $n = 24$	Стац. фаза $n = 22$	Терм. фаза $n = 22$
СОД, усл.ед./гр Нб	$1,178 \pm 0,064$	$1,245 \pm 0,075$	$1,372 \pm 0,122$
Каталаза, ммоль/мин/гр Нб	$10,37 \pm 0,890$	$16,13 \pm 1,140^*$	$13,16 \pm 1,242^*$
ГТ, ммоль/мин/гр Нб	$0,063 \pm 0,003$	$0,087 \pm 0,005^*$	$0,076 \pm 0,007^*$

Примечание: * – $p \leq 0,05$; данные, статистически значимо отличающиеся от контроля.

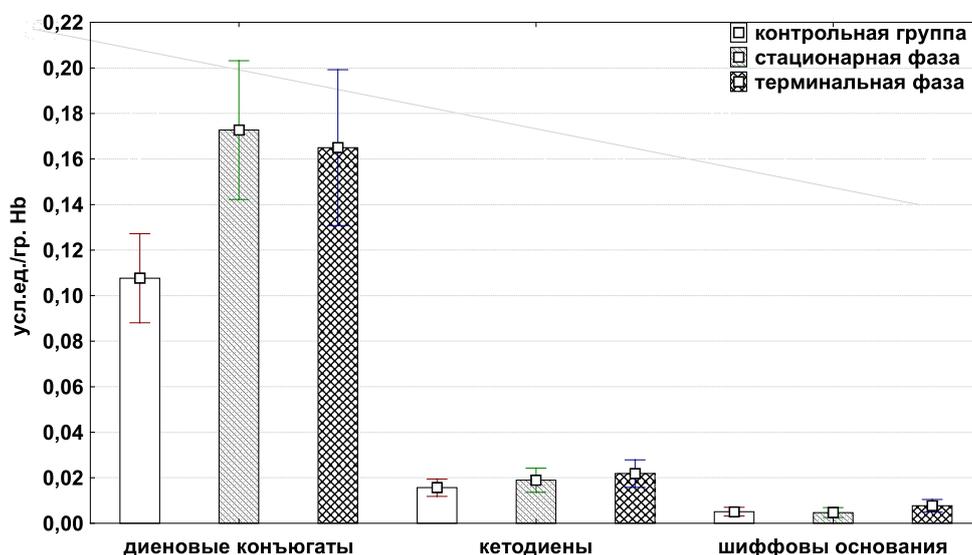


Рис. 1. Содержание продуктов ЛПО при прогрессировании экспериментального РЯ: ДК-диеновые конъюгаты; КД-кетодиены; ШО-шиффовы основания

Нами установлено статистически значимое увеличение уровня каталазы и ГТ в эритроцитах в стационарную фазу и незначительное снижение их активности в терминальную фазу (табл. 1). Однако име-

ющие более высокие значения, чем в контрольной группе.

Диеновые конъюгаты (ДК) являются первичными продуктами ПОЛ. При свободнорадикальном окислении арахидоновой

кислоты происходит отрыв водорода в α -положении по отношению к двойной связи, что приводит к перемещению этой двойной связи с образованием ДК [7]. Диеновые конъюгаты, являющиеся первичными продуктами ПОЛ, относятся к токсическим метаболитам, которые оказывают повреждающее действие на липопротеиды, белки, ферменты и нуклеиновые кислоты. Шиффовы основания (ШО) образуются в результате обратимой реакции между карбонильной группой альдегида или кетона со свободной аминогруппой. Непрерывное накопление оснований Шиффа дестабилизирует мембраны и способствует разрушению клеток [6]. Изучение уровня продуктов ЛПО в эритроцитах интактных животных показало, что в стационарную и терминальную фазы роста опухоли выявлены изменения концентраций ДК, КД, ШО (рис. 1).

Наиболее выраженное увеличение в динамике роста асцитной опухоли яичников отмечается в группе первичных продуктов ДК. Малоновый диальдегид является вторичным продуктом перекисного окисления липидов, увеличение которого провоцирует синдром интоксикации, он сшивает молекулы липидов и понижает текучесть мембраны (вследствие этого мембрана становится более хрупкой, нарушаются процессы, связанные с изменением поверхности мембраны: фагоцитоз, пиноцитоз, клеточная миграция [6]). Нами установлено повышение уровня МДА в эритроцитах в стационарную фазу роста опухоли до $6,696 \pm 0,801$ мкмоль/гр Нв в сравнении с контролем $4,379 \pm 0,611$ мкмоль/гр Нв. В терминальную фазу уровень МДА в эритроцитах также увеличен и составляет $7,197 \pm 0,501$ мкмоль/гр Нв. (рис. 2).

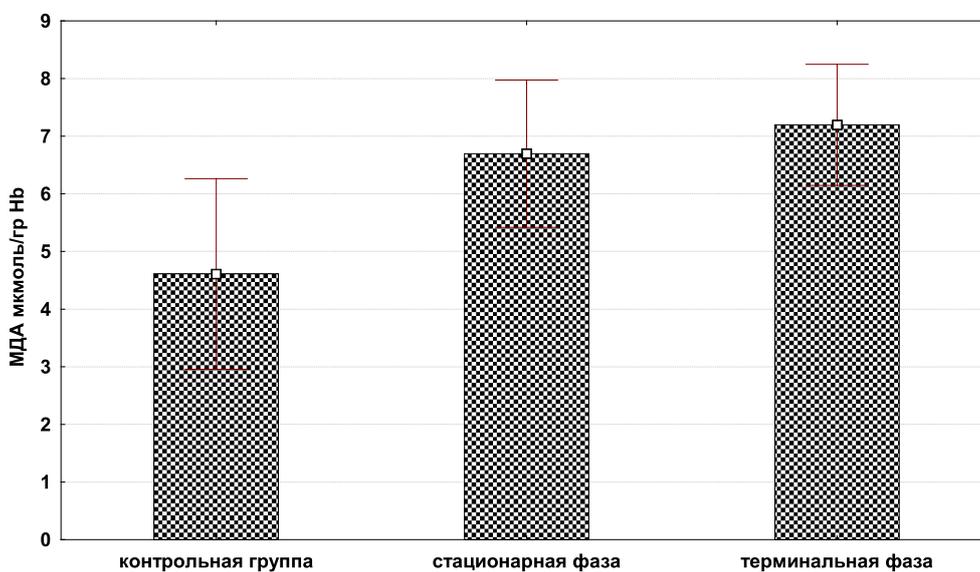


Рис. 2. Концентрация продукта МДА при прогрессировании экспериментального РЯ

Метод АСМ предоставляет возможность изучать параметры клеток, не прибегая к длительной и сложной фиксации, тем самым минимально искажая получаемую информацию. АСМ позволяет измерять упругие свойства поверхности клеток [9]. Также АСМ обеспечивает получение пространственного изображения поверхности. На рис. 3–5 представлены топология, боковое сечение профиля и изображение в 3D эритроцитов здорового животного и животных-опухоленосителей. При сканировании образцов интактных эритроцитов методом АСМ в основном обнаруживается с типичной дисковидной формой нормоциты (рис. 3). В стационарную фазу цитоархитектоника эритроцитов меняется. На сканиро-

ванном снимке появляются обратимо деформированные формы – эхиноциты (рис. 4). Их появление в физиологических условиях связано с изменением ионной проницаемости мембраны, с нарушением работы каналов. В терминальную фазу у животных-опухоленосителей практически все эритроциты представляют собой сфероциты. Они могут быть неправильной формы с измененными линейными размерами (рис. 5). Таким образом, в стационарную и терминальную фазу у животных-опухоленосителей изменяется содержание обратимо и необратимо измененных форм эритроцитов. Эритроциты увеличивает гемолиз, что снижает дыхательную функцию крови и усугубляет гипоксию у животных-опухоленосителей.



а

б

в

Рис. 3. Топология (а), боковое сечение профиля (б) и изображение в 3D (в) интактных эритроцитов

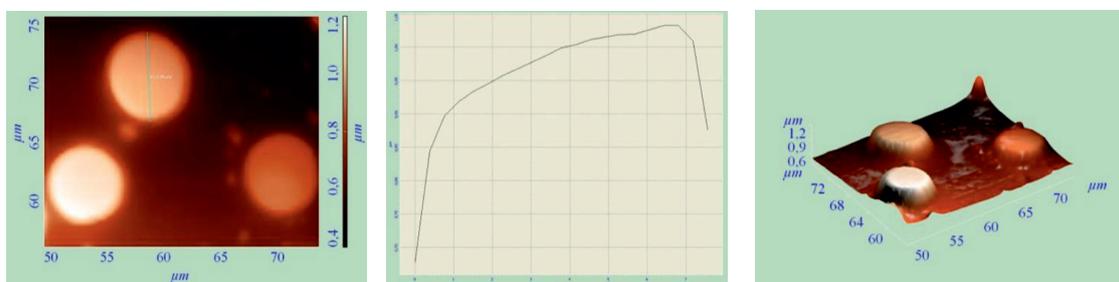


а

б

в

Рис. 4. Топология (а), боковое сечение профиля (б) и изображение в 3D (в) эритроцитов в стационарную фазу



а

б

в

Рис. 5. Топология (а), боковое сечение профиля (б) и изображение в 3D (в) эритроцитов в терминальную фазу

Заключение

Таким образом, в стационарную фазу роста АОЯ на фоне увеличения липопероксидации и активности ферментов АОЗ система редокс-гомеостаза переходит на более высокий уровень функционирования. В терминальную фазу при продолжении накопления продуктов окисления липидов наблюдается некоторое угнетение активности каталазы и ГТ, что может свидетельствовать о снижении адаптивных реакций антиоксидантного статуса эритроцитов

и развитии окислительного стресса. Методом АСМ показано изменение citoархитектоники эритроцитов и преобладание эхиноцитов в стационарную фазу и сфероцитов в терминальную фазу. Все эти морфофункциональные изменения эритроцитов в динамике экспериментального канцерогенеза приводят к гипоксии в организме для опухоленосителя и усилению паранеопластических процессов.

Работа выполнена в рамках гос. задания МИНОБРНАУКИ России.

Список литературы

1. Величковский Б. Т. Свободнорадикальное окисление как звено срочной и долговременной адаптации организма к факторам окружающей среды // Вестник РАМН. – 2001. – № 6. – С. 45–52.

2. Владимиров Ю.А. Свободные радикалы в биологических системах // Соросовский Образовательный Журнал. – 2000. – Т. 6, № 12. – С. 13–19.

3. Луговская С.А. Лабораторная гематология / С.А. Луговская, В.Т. Морозова, М.Е. Почтарь и др. – М., 2002. – 120 с.

4. Логинов А.С. Внутриклеточная активация кислорода и молекулярные механизмы автоокислительного повреждения печени / А.С. Логинов, Б.Н. Матюшин // Вестн.АМН СССР. – 1994. – № 5. – С. 3–7.

5. Лю Б.Н., Лю М.Б., Исмаилов Б.И. Роль митохондрий в развитии и регуляции уровня окислительного стресса в норме, при клеточных патологиях и реверсии опухолевых клеток. Успехи современной биологии 2006; 126 (4): С. 388–398.

6. Тарасов Н.И., Тепляков А.Т., Малахович Е.В. и др. Состояние перекисного окисления липидов, антиоксидантной защиты крови у больных инфарктом миокарда, отягощенным недостаточностью кровообращения // Тер. архив. – 2002. – № 12. – С. 12–15.

7. Чеснокова Н.П. Типовые патологические процессы. Саратов: Изд-во Саратовского Медицинского Университета, 2004. – 400 с.

8. Gedik C. M. Oxidative stress in humans validation of biomarkers of DNA damage. / Gedick C.M., Boyle S.P., Wood S.G. at al. // Carcinogenesis. – 2002. – V.23. – P. 1441–1446.

9. Pleskova S.N. Research of neutrophils reaction on the lipopolisaccharides by atomic force microscopy / S.N. Pleskova, Yu.Yu. Guschina, M.B. Zvonkova // The FEBS Journal. – 2006. – V. 273. – P. 110.

References

1. Velichkovskij B.T. *Vestn. RAMN*, 2001, no.6, pp. 45–52.

2. Vladimirov Ju.A. *Sorosovskij Obrazovatel'nyj Zhurnal*, 2000, T. 6, no 12. pp. 13–19.

3. Lugovskaja S.A., Morozova, V.T., Pochtar' M.E. *Laboratornaja gematologija* [laboratory hematology]. Moscow, 2002. 120 p.

4. Loginov A.S., Matjushin B.N. *Vestn.AMN SSSR*, 1994, no.5, pp. 3–7.

5. Lju B.N., Lju M.B., Ismailov B.I. *Uspehi sovremennoj biologii*, 2006, 126 (4), pp. 388–398.

6. Tarasov N.I., Tepljakov A.T., Malahovich E.V. *Ter. arhiv*, 2002, no 12, pp. 12–15.

7. Chesnokova N.P., Tipovye patologicheskie processy [Typical pathological processes]. Saratov, 2004. 400 p.

8. Gedik C.M. Oxidative stress in humans validation of biomarkers of DNA damage. / Gedick C.M., Boyle S.P., Wood S.G. at al. // *Carcinogenesis*. 2002. V.23. pp. 1441–1446.

9. Pleskova S.N. Research of neutrophils reaction on the lipopolisaccharides by atomic force microscopy / S.N. Pleskova, Yu.Yu. Guschina, M.B. Zvonkova // *The FEBS Journal*. 2006. V. 273, p. 110.

Рецензенты:

Каталымов Л.Л., д.б.н., профессор кафедры анатомии, физиологии и гигиены человека и животных ФГБОУ ВПО «Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова», г. Ульяновск;

Любин Н.А., д.б.н. профессор, заведующий кафедрой морфологии, физиологии и патологии животных ФГБОУ ВПО «Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии имени П.А. Столыпина», г. Ульяновск.

Работа поступила в редакцию 05.12.2014.

УДК 616.322-002.2:612.112.1-053.2

САНИТАРНО-БАКТЕРИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПОЛУКРИТИЧЕСКИХ И НЕКРИТИЧЕСКИХ ЗОН В ПОЛИКЛИНИЧЕСКИХ УЧРЕЖДЕНИЯХ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

Хараева З.Ф., Тхазаплизева М.Т., Блиева Л.З., Гендугова О.М., Балкаров А.О.
*ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова»,
Нальчик, e-mail: medfak1@mail.ru*

При санитарно-бактериологическом исследовании полукритических и некритических зон в поликлинических учреждениях стоматологического профиля оценено наличие условно-патогенных и патогенных микроорганизмов в терапевтическом, хирургическом, ортопедическом кабинетах, а также стерилизационном помещении и технических лабораториях стоматологических поликлиник. Обнаружено, что основные выделенные штаммы относились к *Staphylococcus aureus*. На некоторых поверхностях были выделены штаммы *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus* spp. (поверхность пола, стены, мебель). При анализе воздуха в основном выделялись штаммы золотистого стафилококка. Большая часть штаммов *Staphylococcus aureus* обладали множественной антибактериальной резистентностью, проявляя при этом чувствительность к препаратам группы цефалоспоринов (цефтриаксон, цефотаксим, цефуроксим). Кроме того, внутрибольничные штаммы обладали антиинтерфероновой, антилизосимной и антикомплементарной активностями. Таким образом, выделенные госпитальные штаммы характеризуются высокой устойчивостью к антибиотикам и выраженным персистентным потенциалом.

Ключевые слова: санитарно-бактериологический мониторинг, внутрибольничные штаммы бактерий, факторы вирулентности

THE SANITARY-BACTERIOLOGICAL MONITORING SEMI-CRITICAL AND NON-CRITICAL AREAS IN CLINICS OF STOMATOLOGICAL PROFILE

Kharaeva Z.F., Tkhasaplizheva M.T., Blieva L.Z., Gendugova O.M., Balkarov A.O.
Kabardino-Balkarien State University Berbekov's named, Nalchik, e-mail: medfak1@mail.ru

When sanitary-bacteriological study critical and non-critical areas in clinics of stomatological profile evaluated the presence of conditionally pathogenic and pathogenic microorganisms in therapeutic, surgical, orthopedic offices, as well as in sterilization room and technical laboratories of dental clinics. Found that the main selected strains belonged to *Staphylococcus aureus*. On some surfaces were selected strains of *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus* spp. (the surface of the floor, walls, furniture). In the analysis of air were mainly allocated strains of *Staphylococcus aureus*. Most strains of *Staphylococcus aureus* had multiple antibiotic resistance, showing sensitivity to a group of drugs cephalosporins (ceftriaxone, cefotaxime, cefuroxime). In addition, nosocomial strains possessed antiinterferon, the antilysozyme and anticomplementary activities. Thus, the selected hospital strains are characterized by high resistance to antibiotics and severe persistent potential.

Keywords: sanitary-bacteriological monitoring, nosocomial strains of bacteria, virulence factors

Одной из важнейших задач при проведении комплекса неспецифических профилактических и противозидемических мероприятий является объективная оценка санитарно-бактериологического состояния учреждений здравоохранения. Дезинфекция поверхностей в стоматологическом кабинете является чрезвычайно важным звеном в профилактике внутрибольничного инфицирования. Штаммы бактерий в процессе реализации механизма передачи могут находиться на объектах внешней среды, где они сохраняют жизнеспособность, а при благоприятных условиях размножаются и накапливаются, что обуславливает возможность заражения как пациентов, так и медицинского персонала. Ведущее значение имеет устойчивость возбудителя к воздействию неблагоприятных условий окружающей среды [1, 2]. В деятельности врачей лечебного профиля особое значение имеет умение организовать дезин-

фекционные мероприятия в медицинских учреждениях, которые проводят с целью предупреждения распространения внутрибольничной инфекции среди пациентов и персонала.

В 1968 году Э. Сполдинг (E.N. Spaulding) разработал новый подход к дезинфекции и стерилизации изделий медицинского назначения и медицинского оборудования. Он предложил разделить все изделия на критические, полукритические и некритические в зависимости от риска инфицирования пациента при использовании того или иного оборудования или медицинского инструмента. Критические – инструменты и оборудование, проникающие через покровы и ткани организма. Полукритические – инструменты и оборудование, соприкасающиеся с неповрежденными слизистыми. Некритические – инструменты и оборудование, контактирующие только с неповрежденной кожей или находящиеся

в окружении больного или медицинского персонала. В зависимости от этого медицинские устройства подлежат стерилизации или различным уровням дезинфекции (высокого, промежуточного или низкого). В кабинете стоматолога при работе с высокооборотными турбинами, ультразвуковыми приборами, применяемыми при лечении пациентов, происходит образование аэрозолей, состоящих из мельчайших капель масла, гноя, крови, слюны, микроорганизмов. Аэрозоли удерживаются в зоне дыхания врача и пациента до 30 минут и могут распространяться на расстояние до 50–80 см [5]. В связи с этим стоматологический кабинет делится на три гигиенических зоны: зона лечения – зона самого высокого уровня гигиены, в которой находятся руки врача-стоматолога, стерильный лоток и инструменты; зона разбрызгивания – зона полукритических и некритических предметов; остальная часть помещения – в ней находятся только некритические предметы.

Целью исследования были оценка санитарно-бактериологического состояния полукритических и некритических зон в поликлинических учреждениях стоматологического профиля и выявление особенностей основных выделенных штаммов.

Материалы и методы исследования

Бактериологическое исследование микробной обсемененности объектов внешней среды было проведено согласно методическим рекомендациям по санитарно-эпидемиологическому режиму [2, 3, 4, 5]. Взятие смывов производили стерильным ватным тампоном на палочках, вмонтированных в пробирки, или марлевыми салфетками, размером 5×5 см, простерилизованными в бумажных пакетах или в чашках Петри. Для увлажнения тампонов в пробирки с тампонами наливают по 2,0 мл стерильного физиологического раствора. При использовании салфеток стерильный физиологический раствор разливают

в стерильные пробирки по 2,0 мл. Салфетку захватывают стерильным пинцетом, увлажняют физиологическим раствором из пробирки, после протирания исследуемого объекта помещают в ту же пробирку. При контроле мелких предметов смывы забирают с поверхности всего предмета. При контроле предметов с большой поверхностью смывы проводят в нескольких местах исследуемого предмета площадью примерно в 100–200 кв. см.

Посев производили на универсальные плотные питательные среды по методу Линцея. Для выделения стафилококков производили посев непосредственно на чашку Петри с желточно-солевым агаром (агар Чистовича). Кроме того, в качестве среды накопления использовали бульон с 6,5% хлористого натрия, бульон с 1% глюкозы, разлитый в пробирки по 0,5 мл, в которые засевают по 0,2–0,3 мл смывной жидкости. Засеянные пробирки инкубировали при 37 °С в течение 20–24 часов, после чего делали высев на среду Чистовича. Для выявления бактерий группы кишечных палочек производили посев на среду обогащения, для чего тампон (марлевую салфетку) погружали в 10–20% желчный бульон или среду Кесслера. Через сутки инкубирования при 37 °С, делали пересев на среду Эндо. Идентификацию штаммов производили с учетом их морфологических и культуральных признаков. Посев воздуха производили седиментационным методом. Посевы инкубировали при температуре 37 °С в течение 24 часов, затем оставляли на 24 часа при комнатной температуре, подсчитывали количество выросших колоний и произвели перерасчет на 1 м³ воздуха. Антибиотикоустойчивость определяли методом дисков. Факторы персистенции определяли по методам Бухарина О.В. [1]. Статистическую обработку проводили стандартными методами.

Результаты исследования и их обсуждение

Обнаружено, что основные выделенные штаммы относились к *S.aureus*, *Klebsiella* spp., *Proteus* spp. были изолированы с поверхности пола и мебели. При анализе воздуха в основном выделились штаммы золотистого стафилококка (таблица).

Результаты санитарно-бактериологического анализа помещений

Предмет исследований	Объект	Результаты
1	2	3
Общая обсемененность воздуха (общее микробное число)	Терапевтический кабинет Хирургический кабинет Ортопедический кабинет Техническая лаборатория Стерилизационная	300 б/м ³ S.aureus 240 б/м ³ S.aureus 660 б/м ³ S.aureus 1020 б/м ³ S.aureus Нет роста
Поверхность пола	Терапевтический кабинет Хирургический кабинет Ортопедический кабинет Техническая лаборатория Стерилизационная	10 ⁶ -10 ⁷ КОЕ* S.aureus, Klebsiella 10 ⁸ -10 ⁹ КОЕ S. aureus, Klebsiella 10 ⁸ -10 ⁹ КОЕ S.aureus 10 ³ -10 ⁴ КОЕ S.aureus, Proteus spp Нет роста
Поверхность стен	Терапевтический кабинет Хирургический кабинет Ортопедический кабинет Техническая лаборатория Стерилизационная	Единичные колонии S. aureus Нет роста Единичные колонии S. aureus Единичные колонии S. aureus Нет роста

Окончание таблицы		
1	2	3
Поверхность рабочего стола	Терапевтический кабинет Хирургический кабинет Ортопедический кабинет Техническая лаборатория	10^5 - 10^6 КОЕ <i>S.aureus</i> Нет роста 10^5 - 10^6 КОЕ 10^8 - 10^9 КОЕ <i>S.aureus</i>
Установка стоматологическая	Терапевтический кабинет Хирургический кабинет Ортопедический кабинет	Единичные колонии <i>S.aureus</i> . Нет роста 10^2 КОЕ <i>S.aureus</i>
Кресло стоматологическое	Терапевтический кабинет Хирургический кабинет Ортопедический кабинет	Нет роста патогенной флоры Единичные колонии <i>S. aureus</i> . <i>Klebsiella spp.</i> , 10^2 КОЕ <i>S.aureus</i>

Примечание: *КОЕ – колониобразующие единицы.

Наиболее общим качественным определением, характеризующим способность микроорганизма взаимодействовать с восприимчивым макроорганизмом является его патогенность. В качестве количественной меры патогенности традиционно используется понятие «вирулентности», отражающее интенсивность повреждающего воздействия микроба в отношении организма хозяина. Факторы персистенции – особые свойства микроорганизмов, способствующие противостоянию микроба защитным силам макроорганизма. К таким факторам микробов относятся некоторые морфологические структуры – капсула, антиоксидантные ферменты и некоторые виды активности (способность к инативации лизоцима, комплемента, интерферона) [1, 6].

Так как основная бактериальная микрофлора, выделенная в помещениях в поликлиниках стоматологического профиля, относилась к штаммам золотистого стафилококка, в дальнейшем были изучены особенности их факторов вирулентности. Значительная часть выделенных культур (35–42%) *S.aureus* обладала множественной резистентностью, проявляя при этом чувствительность к препаратам цефалоспоринов (цефтриаксон, цефотаксим, цефуоксим). Кроме того, выделенные штаммы обладали высоким персистентным потенциалом. Антилизозимной активностью (АЛА) обладало 67%. Антиинтерфероновой активностью обладало 44%. Антикомплементная активность выявлена у 34% изученных нами штаммов *S.aureus*.

Таким образом, при санитарно-бактериологическом исследовании состояния полукритических и некритических зон в основном выявлены штаммы золотистого стафилококка, которые характеризовались множественной устойчивостью к антибиотикам, высокой вирулентностью и персистентным потенциалом. Наличие условно-патогенных бактериальных штаммов в стоматологическом кабинете является фактором риска для пациентов и требует совершенствования подходов к дезинфек-

ции и контролю санитарного состояния помещений в медицинских учреждениях.

Список литературы

1. Бухарин О.В., Брудастов Ю.А., Гриценко В.А., Дерябин Д.Г. Роль способности бактерий к инативации факторов естественной противоинойфекционной резистентности в их устойчивости к бактерицидному действию крови (сыворотки крови). // Бюл. эксперим. биол. и мед. – 1996. – № 2. – С.174–176.
2. СП 1.1.1058-01 «Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий».
3. СП 3.1./3.2.1379-03 «Общие требования по профилактике инфекционных и паразитарных болезней».
4. СП 3.5.1378-03 «Санитарно-эпидемиологические требования к организации и осуществлению дезинфекционной деятельности».
5. СП №2956а-83 «Устройства, оборудования, эксплуатации амбулаторно-поликлинических учреждений стоматологического профиля, охраны труда и личной гигиены персонала».
6. Хараева З.Ф., Азаматова Э.К., Мальцева Г.С. Роль персистентных свойств микроорганизмов при хроническом тонзиллите // Ж. Российская отоларингология. – 2011. – № 3. – С. 3–6.

Reference

1. Bukharin O.V., Brudastov Y.A., Gricenco V.A., Deryabin D.G. The role of possibilities of bacteria in inactivation of innate antiinfectious resistance in there persistent to bactericidal action of blood.- Bull. exper. biol. med. 1996. no 2. pp.174–176.
2. SP 1.1.1058-01 «The organization and implementation of production control over compliance with sanitary regulations and sanitary and anti-epidemic (preventive) measures».
3. SP 3.1./3.2.1379-03 «General requirements for the prevention of infectious and parasitic diseases».
4. SP 3.5.1378-03 «Sanitary and epidemiological requirements for the organization and implementation of disinfection activity».
5. SP № 2956a-83 «Devices, equipment, operation, outpatient clinics dental profile, health and personal hygiene of staff».
6. Kharaeva Z.F., Azamatova E.K., Malceva G.S. The role of persistent microb's possibilities in chronic tonzillities.- Rossiyskay otolaringologia. 2011. no 3. pp. 3–6.

Рецензенты:

Хасаева Ф.М., д.б.н., профессор кафедры «Микробиология, гигиена и санитария» ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова», г. Нальчик;

Борукаева И.Х., д.м.н., профессор кафедры нормальной и патологической физиологии ФГОУ ВПО КБГУ им. Х.М. Бербекова, г. Нальчик.

Работа поступила в редакцию 05.12.2014.

УДК 911.6(502.31)

К ОЦЕНКЕ ПРИРОДНЫХ ОПАСНОСТЕЙ ДЛЯ СФЕРЫ АГРАРНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ЮЖНОЙ ТАЙГИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Волкова Е.С., Мельник М.А., Фузелла Т.Ш.

*Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН,
Томск, e-mail: elevelko@yandex.ru*

В статье апробируются методологические подходы к анализу опасных природно-климатических явлений в сфере аграрного природопользования южнотаёжной зоны Западной Сибири. Методика исследования предполагает определение степени превышения значений выбранных агроклиматических показателей над величинами, установленными в соответствующих нормативных документах. Комплексная оценка этих показателей с учетом степени их негативного воздействия на основные сельскохозяйственные культуры региона позволяет выявить пространственно-временные закономерности рисков растениеводства. Использование ГИС-технологий дает дополнительное преимущество для визуализации полученных результатов и районирования территории по степени проявления природных опасностей. Территориальная дифференциация по значению среднегодового количества дней с влажностью менее 30% показала, что неблагоприятные тенденции по увеличению засушливых дней наблюдаются в центральной части региона: юго-запад Томской, северо-запад Новосибирской и северо-восток Омской областей. Ветровая активность значительно увеличивается в восточной части южной тайги Западной Сибири. Интенсивность ливневой деятельности носит колебательный характер, наибольшее количество дней с ливнями зафиксировано в 2007 г., при этом ливневая активность возрастает в южных областях. Установлено, что для всей территории отмечается увеличение степени опасности большинства исследуемых природно-климатических явлений. Результаты проведенного анализа позволяют своевременно выявлять тенденции опасных природных процессов и разрабатывать регламентирующие требования к формированию стратегии устойчивого природопользования.

Ключевые слова: природные опасности, риски аграрного природопользования, южная тайга Западной Сибири

AN ASSESSMENT OF NATURAL HAZARDS IN THE SPHERE OF AGRICULTURAL NATURE MANAGEMENT IN SOUTH TAIGA OF WEST SIBERIA

Volkova E.S., Melnik M.A., Fuzella T.S.

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, Tomsk, e-mail: elevelko@yandex.ru

In the present study the methodological approaches have been approbated for the analysis of hazardous natural and climatic phenomena for the agricultural south-taiga zone of Western Siberia. Method of this research involves determining the extent of exceeding the values of selected agro climatic indices over the values specified by the relevant regulations. The comprehensive assessment of these indicators, taking into account their degree of negative impact on the main crops of the region reveals the spatiotemporal trend of plant production risks. For this purpose we use GIS technology that provides an additional advantage for the visualization of the results and zoning in the degree of manifestation of natural hazards. The territorial differentiation on annual average number of days with humidity less than 30% indicated that the most unfavorable is the central part of the region, including the south-west of Tomsk, Novosibirsk northwest and northeast of the Omsk region. And the wind activity is significantly increased in the eastern part of the southern taiga of Western Siberia. The intensity of storm activity has oscillatory sort, the greatest number of days with rainfall have been recorded in 2007 with storm activity increases in the southern regions. The increase in the degree of danger of most studied natural climatic phenomena for the entire territory have been determined. The results of the analysis allow to determine the trends of hazardous natural processes in time and elaborate the regulatory requirements for the formation of a strategy for sustainable environmental management of natural risk and danger are considered. Forest management risk and water use are in more details analysed.

Keywords: natural and climatic hazard, risks of agrarian nature management, south-taiga zone of Western Siberia

Аграрное природопользование – отрасль экономики, наиболее подверженная влиянию опасных природных явлений, и как следствие, обладающая большой степенью возможных рисков и ущербов. Возделывание сельскохозяйственных культур все еще во многом зависит от климатических факторов, несмотря на прогресс в селекции, позволяющий адаптировать растения к изменению природных условий. На территории Западной Сибири в последние десятилетия наблюдается увеличение количества неблагоприятных погодных явлений и связанных с ними рисков аграрного природопользования. Предполагается, что такая негативная тенденция в регионе сохранится

и в дальнейшем [6, 7]. На развитие аграрного сектора Западной Сибири отрицательное воздействие оказывает целый ряд природно-климатических факторов: активная ливневая деятельность, град, подтопление во время паводков, резкие колебания хода температур на почве в апреле, низкая влажность воздуха в период активной вегетации и т.д. По комплексу агроклиматических условий наиболее пригодной для развития растениеводства в таежной зоне является ее южная часть. Однако, как и для всей территории Западной Сибири, ей характерен целый спектр опасных и неблагоприятных природных явлений, которые приводят к значительным ущербам в сфере сельского хозяйства.

Объект и предмет исследования

Южная тайга Западной Сибири находится в центральной части территории России, на юге Западносибирской физико-географической страны. В состав подзоны южной тайги попадают южные части Тюменской, Томской областей, северные части Омской и Новосибирской областей. Климат умеренно-континентальный с жарким, достаточно увлажненным летом и холодным продолжительным зимним периодом. Здесь на подзолистых и дерново-подзолистых почвах преобладают темнохвойные леса из пихты, кедра и ели. На речных террасах встречаются сосновые боры. На плодородных междуречьях располагаются болотные массивы [3]. Эта территория интересна в том отношении, что из всей таёжной зоны только здесь повсеместно и успешно функционируют многие отрасли сельского хозяйства. В условиях континентального климата здесь возделывают яровую пшеницу, озимую рожь, овес, ячмень, лен, различные овощные и кормовые культуры.

В условиях возрастания вероятности экстремальных гидрометеорологических явлений в южнотаежной зоне актуальной задачей становится комплексная оценка интенсивности проявления природных опасностей и районирование территории по степени их влияния на сферу аграрного землепользования.

Материалы и методы исследования

Для анализа временной динамики и пространственного распределения опасных природно-климатических явлений были использованы метеоданные за период с 2005 по 2013 гг. по 21 метеостанции, которые расположены в 5 субъектах Западносибирского федерального округа (Тюменская, Омская, Новосибирская, Кемеровская, Томская области). Из них наиболее продолжительные наблюдения за период с 1974 по 2013 гг. представлены для Томской области. Информационно-аналитическая база слагалась по данным Гидрометцентра России, отчетам о НИР, выполненным сотрудниками ЛСГ ИМКЭС СО РАН, картографическим источникам, отчетам Госкомстата и др.

Основная идея, используемая нами при оценке воздействия природно-климатической опасности на сферу аграрного землепользования, состоит в определении степени превышения значений выбранных показателей над величинами, установленными соответствующими нормативными документами. В частности, Гидрометцентр России дает определение опасного природного явления – это «гидрометеорологическое явление, которое по интенсивности развития, продолжительности или моменту возникновения может представлять угрозу жизни или здоровью граждан, а также может наносить значительный материальный ущерб» [2]. Исходя из перечня опасных агрометеорологических явлений, т.е. тех метеорологических, гидрологических явлений или их сочетаний, оказывающих негативное воздействие на производство сельскохозяйственной продукции, были выделе-

ны следующие опасные климатические факторы (F): заморозки, переувлажнение почвы, атмосферная засуха, низкая влажность воздуха, низкие температуры воздуха при отсутствии снежного покрова, половодье, ливневая деятельность, крупный град, низкая продолжительность вегетационного периода, сильная жара, частые дожди, очень сильный ветер [6].

Для интегрального анализа разнородные количественные величины приведены к единой бальной характеристике на основе оценочных шкал. Для каждого фактора методом экспертных оценок была разработана унифицированная бальная линейка от 0,1 до 1. Интегральные показатели, характеризующие степень негативного воздействия природных факторов на основные виды сельскохозяйственных культур, рассчитываются по формуле:

$$Da = \sum_{i=1}^{12} k_i \cdot P_i \cdot 100\%,$$

где Da – комплексный показатель агрометеорологической опасности (АМО) для каждой сельскохозяйственной культуры; P_i – значение факторов АМО (в баллах), k_i – весовой коэффициент, устанавливающий значимость каждого опасного агрометеорологического явления (принимает значения от 0 до 1 и $\sum_{i=1}^{12} k_i = 1$).

Поскольку возникновение природных опасностей имеет случайный характер и существенно меняется в пространстве и времени, то его оперативная визуализация может быть успешно реализована с помощью современных ГИС-технологий. Для обработки полученного массива данных, анализа и их визуального представления использовалось программное обеспечение ArcGIS 10.2, в рамках которого был создан региональный ГИС-проект «Опасные природно-климатические процессы, воздействующие на сферу аграрного землепользования в южной тайге Западной Сибири».

В предлагаемом исследовании создание пространственной модели динамики опасных процессов в среде ГИС-технологий включает в себя несколько этапов. Первый этап подразумевает сбор статистического материала и создания атрибутивных таблиц слоев, включающих необходимые пространственные объекты и атрибуты. Следующий этап предусматривает пространственную визуализацию имеющейся информации, районирование территории по видам природных опасностей и создание серии тематических карт. Для получения региональной пространственной оценки того или иного показателя опасности, его значения интерполировались с использованием инструментов дополнительного модуля ArcGIS Spatial Analyst. На заключительном этапе проводится анализ динамики опасных процессов с целью составления рекомендаций для мероприятий, предусматривающих заблаговременное предупреждение или уменьшение ущерба.

Результаты исследования и их обсуждение

Первоначальная комплексная оценка неблагоприятных для аграрного землепользования природных факторов показала, что для всей территории южной тайги отмечается увеличение степени опасности большинства исследуемых явлений.

Так, например, стало очевидно, что наибольший вклад в структуру природных опасностей по частоте проявлений вносят ливни. Ливневые дожди и грозы имеют наибольшую интенсивность в июле. Ливневая активность на исследуемой территории имеет неоднородное пространственное распределение: для Тюменской области среднегодовое количество дней с ливнями для разных метеостанций колеблется от 52 (ст. Ялуторовск) до 106 (ст. Тобольск) в год (рис. 1). Наблюдается значительная изменчивость данного неблагоприятного явления от года к году; за последнее десятилетие

наибольшее негативное влияние ливневая деятельность оказала в 2007 г., когда среднее по Тюменской области количество дней с ливнями составило 92 дня. В условиях усиления ливневой деятельности создаются благоприятные условия для интенсивного развития процессов оврагообразования и плоскостного смыва. Активные ливневые процессы разрушают верхний гумусовый горизонт, вымывают питательные вещества и способствуют эрозионным процессам. В конечном счете, это приводит к потере урожайности как зерновых, так и овощных культур.

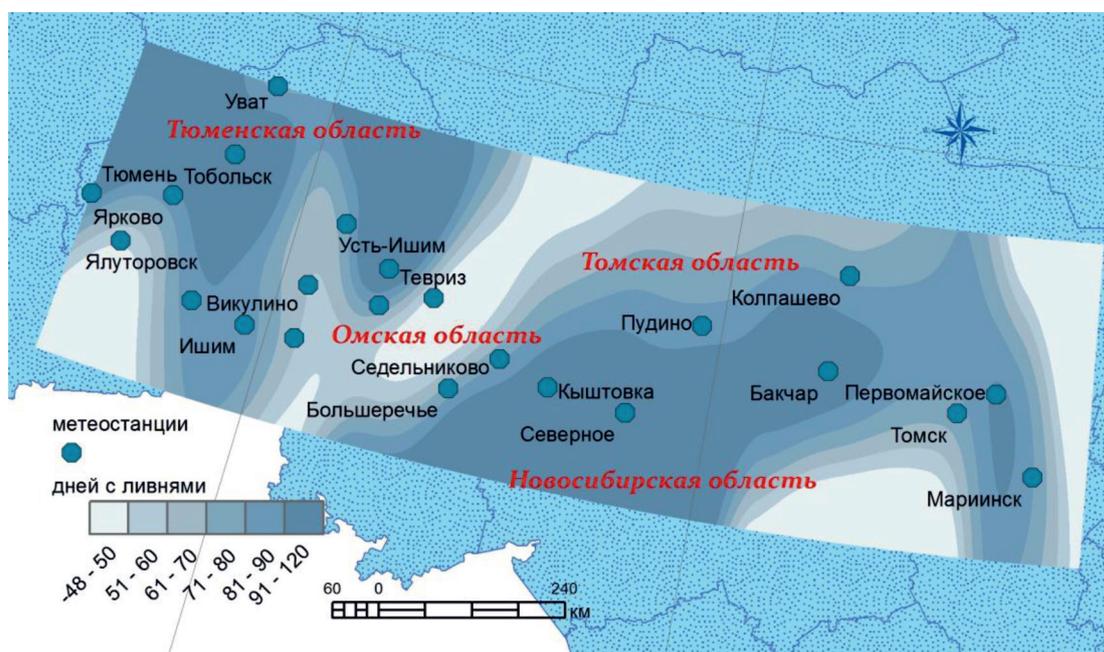


Рис. 1. Пространственное распределение среднегодовых значений ливневой активности на территории южной тайги Западной Сибири с 2005 по 2013 гг.

Другим сдерживающим фактором развития аграрного земледелия в тайге Западной Сибири является недостаточная обеспеченность территории теплоресурсами, хотя согласно метеорологическим данным в пределах этой подзоны можно возделывать не только раннеспелые сорта сельскохозяйственных культур, но и среднеспелые [5]. Тем не менее, таежная зона – зона действительно «рискованного земледелия», здесь нередки поздневесенние и раннеосенние заморозки. Во второй половине мая, а в некоторые годы в начале июня, на территории южной тайги вероятны возвраты холодов и резкие колебания температур надпочвенного слоя. Так в Томске в 2014 г. температура воздуха после устойчивого перехода через +5°C опускалась ниже 0°C 19 раз, и последний заморозок был зафиксирован

7 июня. Анализ метеоданных по заморозкам за вегетационный период показал наибольшую вероятность резкого падения ночных температур в конце мая.

В то же время в мае и первой половине июня отмечается противоположное опасное явление, как для лесостепи, так и для южной тайги – резкое повышение температуры. Это, с одной стороны, для отрасли растениеводства в условиях Западной Сибири является положительным фактором, так как появляется возможность раньше начинать полевые работы. С другой стороны, посев яровой пшеницы в более ранние сроки приводит к снижению урожайности. Это связано с тем, что критическая фаза развития растений в период дифференциации колоса совпадает с пиком высоких температур, в результате чего ростовые процессы

ускоряются и формируется меньшее количество колосков по сравнению с потенциальными возможностями [5].

В отдельные годы для всей территории характерны июльские засухи, которые могут длиться более 25 дней. Данные по аномально жаркой погоде свидетельствуют о том, что особенно засушливым был 2012 г., когда длительный период с высокой температурой и без осадков нанес значительный урон сельскому хозяйству всех областей. Отмечается, что средневзвешенные значения показателя засушливых дней с относительной влажностью воздуха менее 30% по областям колеблются от 0 до 52 дней в году. Анализ динамики этого фактора показывает устойчивое увеличение количества засушливых дней в вегетационный период, особенно заметен рост в Тюменской области по метеостанциям Уват, Ялуторовск, Голышманово; в Омской области – Большеречье, Большие Уки, Тевриз, Усть-Ишим. Более стабильное состояние наблюдается в Новосибирской области в районе метеостанции Кыштовка [6]. Несколько лет (2005, 2010) для всех станций были наиболее засушливы, когда оцениваемый параметр достигал величины 30–34 дня.

Существенное неблагоприятное воздействие на озимые культуры, многолетние травы и плодовые древесные растения оказывают низкие температуры воздуха при

отсутствии снежного покрова. Агрометеорологические условия для южной тайги Западной Сибири, при которых вымерзают сельскохозяйственные культуры, чаще всего наблюдаются в ноябре и в начале декабря, до образования снежного покрова, достаточного для защиты растений от мороза. Наиболее неблагоприятными в этом отношении были 2006 и 2012 гг., когда в течение более трех дней температура воздуха в ноябре опускалась ниже минус 30 °С.

Созданная база данных по градовой активности с мая по ноябрь за последние 10 лет позволила создать тематическую карту, которая отражает интенсивность града на территории южной тайги. Отмечается, что наибольшее количество случаев с градом наблюдается в мае. В это время появляются всходы многих культурных растений, что создает высокую степень опасности для земледелия. Наибольшее количество случаев наблюдается в Томской и на юго-западе Тюменской области.

Такой фактор как половодье наблюдается практически во всех исследуемых областях примерно 1 раз в 2–3 года. Ущерб, причиняемый этим видом опасности, достаточно высок. Внутрирайонные различия объясняются гидрографическими особенностями, наличием значительных болотных пространств, извилистыми и низкими берегами и т.д.

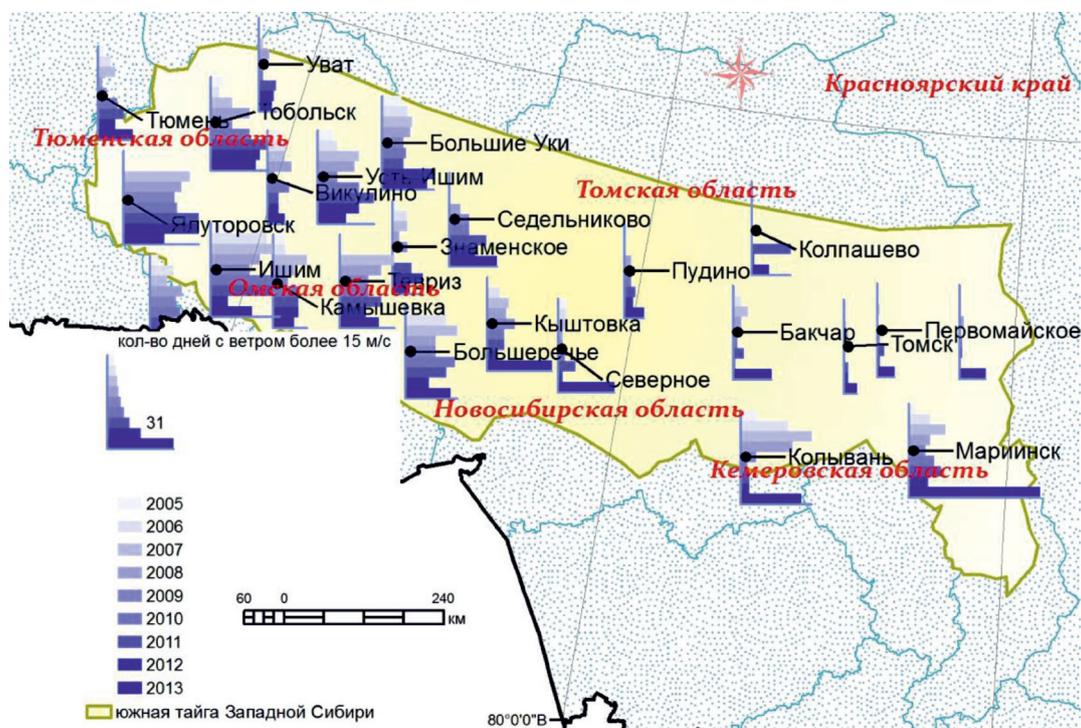


Рис. 2. Динамика ветровой активности на территории южной тайги Западной Сибири с 2005 по 2013 гг.

Помимо перечисленных выше категорий опасностей в южной тайге наблюдается весеннее увеличение количества случаев с бурными ветрами, вызывающее иссушение поверхностного слоя почвы в период активной вегетации. Так, по данным томских ученых, количество бурных ветров за последние 30–35 лет увеличилось на 30% [1, 4], что нашло подтверждение и в наших исследованиях (рис. 2). Если учитывать, что пороговые эрозионные значения скорости ветра для почв южной тайги составляют от 5–6 м/с до 9–12 м/с, а наибольшая повторяемость случаев с эрозионно-опасными ветрами приходится на весну и осень, то степень опасности ветровой эрозии почти на всей территории характеризуется как повышенная.

Выводы

Таким образом, интегральный пространственно-временной анализ агроклиматических параметров позволяет охарактеризовать южную тайгу Западной Сибири как территорию с достаточно высокой степенью проявления опасностей природного характера. Создаваемый коллективом авторов ГИС-проект «Опасные природно-климатические процессы, воздействующие на сферу аграрного землепользования в южной тайге Западной Сибири» способствует организованному эффективному доступу к большому объему информации о неблагоприятных и опасных природных процессах и о сельскохозяйственных объектах, находящихся в зоне их негативного влияния.

На основе полученной аналитической информации и картографического отображения становится возможным предупреждение о неблагоприятных или опасных процессах различного генезиса, слежение за их развитием, прогнозирование и составление рекомендаций по адаптации к негативным условиям для конкретных видов природопользования. Дальнейшее развитие ГИС-проекта предполагает расширение временных границ наблюдений и вовлечение в базу данных большего количества метеостанций, а также анализ корреляционных связей между опасными природно-климатическими условиями лет и урожайностью сельскохозяйственных культур.

Список литературы

1. Евсеева Н.С., Ромашова Т.В. Опасные метеорологические явления как составная часть природного риска (на примере юга Томской области). // Вестник Томского государственного университета, 2011. – 353. – С. 199–204.
2. Положение о порядке действий учреждений и организаций при угрозе возникновения и возникновении опасных природных явлений. Министерство природных ресур-

сов и экологии Российской Федерации. РД 52.88.699 – 2008, http://accident.perm.ru/files/docs/articles/52_88_699_2008.pdf.

3. Раковская Э.М., Давыдова М.И. Физическая география России (учебник для вузов в 2 ч.). – Ч.2: Азиатская часть, Кавказ и Урал. – М.: ВЛАДОС. – 2003. – 297 с.

4. Слуцкий В.И. Ветроэнергетические ресурсы. // Кадастр возможностей. / Под редакцией Б.В. Ликутина. – Томск: Изд-во НТЛ, 2002. – 280 с.

5. Шаманин В.П., Моргунов А.И., Петуховский С.Л., Трущенко А.Ю., Поточкая И.В., Краснова Ю.С., Каракоз И.И., Пушкарев Д.В. Потепление климата и урожайность яровой мягкой пшеницы в условиях южной лесостепи Западной Сибири // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 1; URL: www.science-education.ru/115-11919 (дата обращения: 31.10.2014).

6. Volkova E.S., Melnik M.A., Fuzella T.Sh. Visualization of spatial and temporal distribution of natural hazards for the southern taiga of western siberia using gis technology // 5th Jubilee International Conference on Cartography & GIS 5 ICC GIS, 15–21 June 2014, Varna, Bulgaria, P. 748–755.

7. Nevidimova O., Volkova E. Major trend of climate and their implications for environmental management in the central regions of Western Siberia // SGEM 2011: 11-th International Multidisciplinary Scientific GeoConference «SGEM 2011» – 20-25, June, 2011. – Bulgaria, Albena, 2011. – Vol. II. – P. 1233–1236.

References

1. Evseeva N.S., Romashova T.A. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta – Vestnik of Tomsk State University*. 2011, 353, pp. 199–204.

2. Polozhenie o porjadke deystviy ucherezheniy i organizatsiy pri ugroze vozniknoveniya i vozniknovenii opasnykh prirodnykh yavleniy. Ministerstvo prirodnykh resursov b ekologii Possiyskoy Federatsii. RD 52.88.699 (Regulations on the order of actions of institutions and organizations with the threat of the emergence and occurrence of natural hazards. Ministry of Natural Resources and Environment. 52.88.699). Available at: http://accident.perm.ru/files/docs/articles/52_88_699_2008.pdf.

3. *Rakovskaya E.M., Davydova M.I. Fizicheskaya geografiya Rossii* [Physical geography of Russia]. Moscow, VLADOS, 2003. p. 297.

4. *Slutskiy V.I. Kadastr vozmozhnostey. Pod redaktstviy Likutina B.V.* [Cadastr of opportunities. Edited *Likutin B.V.*]. Tomsk, NTL, 2002. p. 280.

5. Shamanin V.P. Morgunov A.I., Petukhovskiy S.L., Trushchenko A.YU., Pototskaya I.V., Krasnova YU.S., Karakoz I.I., Pushkartv D.V. *Contemporary problems of science and education*, 2014, no 1, available at: www.science-education.ru/115-11919.

6. Volkova E.S., Melnik M.A., Fuzella T.Sh. Visualization of spatial and temporal distribution of natural hazards for the southern taiga of western siberia using gis technology // 5th Jubilee International Conference on Cartography & GIS 5 ICC GIS, 15–21 June 2014, Varna, Bulgaria, pp. 748–755.

7. Nevidimova O., Volkova E. Major trend of climate and their implications for environmental management in the central regions of Western Siberia // SGEM 2011: 11-th International Multidisciplinary Scientific GeoConference «SGEM 2011» – 20–25, June, 2011. – Bulgaria, Albena, 2011. Vol. II, pp. 1233–1236.

Рецензенты:

Головацкая Е.А., д.б.н., старший научный сотрудник, ИМКЭС СО РАН, г. Томск;
Дюкарев А.Г., д.г.н., заведующий лабораторией мониторинга лесных экосистем, ИМКЭС СО РАН, г. Томск.

Работа поступила в редакцию 05.12.2014.

УДК 615.014:615.211:615.453.8

**ОБОСНОВАНИЕ СОСТАВА И ТЕХНОЛОГИИ ПЛЁНОК
ЛЕКАРСТВЕННЫХ С АНИЛОКАИНОМ****Алексеева И.В., Рюмина Т.Е.***ГБОУ ВПО «Пермская государственная фармацевтическая академия» Минздрава России,
Пермь, e-mail: irina2473@mail.ru*

В последние десятилетия во всем мире прослеживается тенденция роста заболеваний пародонта. По данным ВОЗ, более 95% взрослого населения и 80% детей имеют те или иные признаки заболевания пародонта. Широко распространенные заболевания слизистой оболочки полости рта (СОПР), такие как рецидивирующие афты, гингивит, стоматит, поражение вследствие надавливания съемных протезов, а также травматические повреждения нередко сопровождаются выраженным болевым синдромом, что приводит к нарушению качества жизни пациентов. Усиленное развитие научных исследований в области биофармации убедительно показало, что важное значение для эффективного лечения заболеваний имеет правильно выбранная лекарственная форма, которая обеспечивает и удобство применения, и целенаправленное использование действия содержащегося в ней фармакологически активного препарата. С этой точки зрения, использование пролонгированных лекарственных форм полифункционального действия – пленок лекарственных (ПЛ) – открыло новые возможности для лечения заболеваний в челюстно-лицевой области.

Ключевые слова: местные анестетики, анилокаин, стоматология, пленки лекарственные

**THE RATIONALE OF COMPOSITION AND TECHNOLOGY
OF FILM DRUG WITH ANYLOCAINE****Alekseeva I.V., Ryumina T.E.***Perm State Pharmaceutical Academy, Perm, e-mail: irina2473@mail.ru*

In recent decades, the worldwide trend of growth of periodontal disease. According to WHO, more than 95% of adults and 80% of children have some signs of periodontal disease. Common diseases of the mucous membranes of the oral cavity (NOM), such as recurrent atty, gingivitis, stomatitis, defeat due to the pressure of dentures, as well as traumatic injuries are often accompanied by severe pain, which leads to disruption of the quality of life of patients. Increased development of research in the field of biopharmaceutics convincingly demonstrated that important for effective treatment of diseases has correctly selected dosage form, which provides the convenience of use, and targeted use of actions contained pharmacologically active drug. From this point of view, the use of extended-release dosage forms polyfunctional action films medicinal (PL) opened new possibilities for the treatment of diseases in the maxillofacial region.

Keywords: local anaesthetics, anilocain, stomatology, films medicinal

Одно из ведущих мест в современной стоматологии занимают воспалительные заболевания пародонта [2]. В терапии этих заболеваний чаще всего используются традиционные лекарственные формы (ЛФ) такие как полоскания, мази, пасты, аэрозоли. Увлажнение ротовой полости слюной обуславливает их быстрое вымывание в низлежащие отделы пищеварительного тракта, что требует многократного введения. Поэтому особое внимание уделяется разработке ЛФ для наружного применения, которые обеспечивали бы пролонгирующее терапевтическое действие. С этой точки зрения использование плёнок лекарственных (ПЛ) открыло новые возможности для лечения заболеваний в челюстно-лицевой области [3].

Целью настоящих исследований явилось создание на основе комплекса технологических, биофармацевтических, физико-химических и химических исследований эффективных и стабильных ПЛ с анилокаином, обладающих полифакторным воздействием на воспалительные процессы при стоматологических заболеваниях.

Материалы и методы исследований

В процессе исследований и разработки оптимальных составов ПЛ использовали лекарственные средства (ЛС) и вспомогательные вещества, разрешенные к медицинскому применению и отвечающие требованиям действующей нормативной документации: анилокаин (ВФС 42-2846-97), диоксидин (ФС 42-2308-97), хлоргексидина биглюконат 20% (ФС 42-2761-98), фурацилин (ФСП 42-0037-0783-01), натрия альгинат (ФС 42-1680-97), метилцеллюлозу (ТУ 2231-107-05742755-96м), натрий карбоксиметилцеллюлозу (ТУ 2231-034-07507908-01), Бланозе Целлюлозе Гам (Blanose Gum) типов 7MF и 7M8SF (МФ 3-е изд., Т. 4, С. 190), Натросол 250 Фарм (Natrosol 250 Pharm) типов 250 НХ, 250 М, 250 G (МФ 3-е изд., Т. 4, С. 228), глицерин (ФС 42-2202-99), воду очищенную (ФС 42-2619-97).

ПЛ оценивали по следующим критериям: описание (цвет, запах, размеры и форма); определение средней массы; растворимость; pH водного раствора; микробиологическая чистота; потеря массы при высушивании; подлинность; количественное определение; упаковка, маркировка, транспортирование; срок годности. Кроме того, критериями оценки качества ПЛ служили такие технологические параметры, как паропроницаемость, механическая прочность на разрыв, толщина пленок, потеря массы при высушивании, время растворения.

Кинетическое исследование процесса высвобождения анилокаина проводили *кондуктометрическим методом*.

Результаты исследований и их обсуждение

Выбор оптимального состава ПЛ, обеспечивающего необходимые технологические и потребительские свойства, осуществляли в три этапа.

На первом этапе проводили отсеивающийся эксперимент, цель которого отбор вспомогательных ингредиентов – плёнкообразователей и пластификаторов, способных сформировать плёнку-матрицу для

последующего введения в нее ЛС. В ходе эксперимента изучены плёнкообразующие свойства растворов полимеров природного и синтетического происхождения как отечественного, так и зарубежного производства в различных концентрациях (всего изучено 54 композиции). Критерием отбора плёночных композиций на первоначальном этапе являлся удовлетворительный внешний вид (прозрачность, эластичность, однородность, отсутствие микротрещин и разрывов в плёнке). На основании предварительных исследований выбрано 10 композиций, состав которых представлен в табл. 1.

Таблица 1

Составы выбранных композиций

№ п/п	Композиции основ	№ п/п	Композиции основ
1	Na КМЦ – 3,0 Глицерин – 2,0	6	Na альгинат – 2,0 Глицерин – 1,5
2	Na КМЦ – 3,0 Глицерин – 1,0	7	Na альгинат – 4,0 Глицерин – 2,0
3	Na КМЦ – 4,0 Глицерин – 2,0	8	Бланозе 7MF – 3,0 Глицерин – 1,5
4	Na КМЦ – 0,5 Na альгинат – 2,5 Глицерин – 2,0	9	Натросол 250G – 3,0 Глицерин – 0,5
5	Na альгинат – 3,0 Глицерин – 2,0	10	Na КМЦ – 3,0 Бланозе 7MF – 1,0 Глицерин – 1,0

Второй этап исследований заключался в выборе оптимальной композиции матрицы – основы ПЛ методом математического планирования. Критериями отбора служили следующие показатели качества плёнок: значение pH водного раствора, толщина, влаж-

ность. Для статистической обработки результатов эксперимента использовали метод обобщенной функции желательности, предложенный Харрингтоном. По результатам обобщенной функции желательности выбраны 3 композиции основ №№ 1, 7 и 9 (рис. 1).

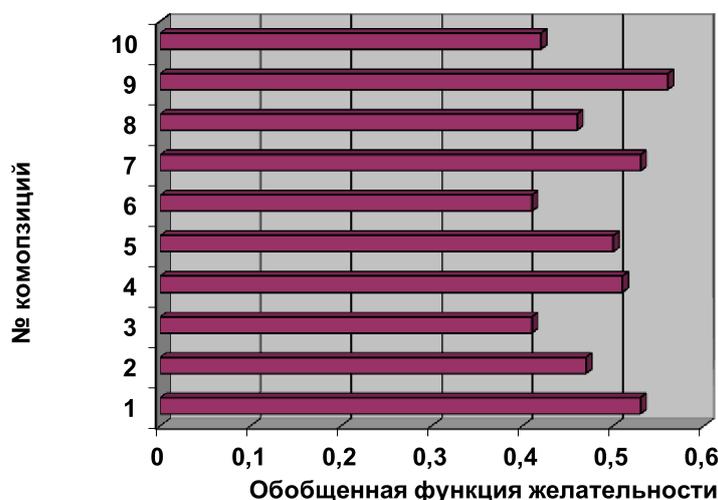


Рис. 1. Обобщенные функции желательности различных пленочных композиций

Дальнейший выбор плёночных матриц проводили на основании изучения следующих функциональных свойств: внешний вид, толщина, время растворения, значение рН водного раствора, потеря в массе при

высушивании, паропроницаемость, механическая прочность на разрыв. Результаты изучения показателей качества, представленных в табл. 2, свидетельствуют об удовлетворительном качестве матриц.

Таблица 2

Технологические параметры плёнок (n = 5)

Состав	Средняя масса, г	Толщина, мм	Время растворения, мин.	Влажность, %	Паропроницаемость, %	Механич. прочность на разрыв, $\sigma \times 10^{-5}$, Н/м ²
Na КМЦ – 3,0 глицерин – 2,0	0,049 ± 0,003	0,152 ± 0,015	3,45 ± 0,1	9,93 ± 0,5	112,4 ± 0,16	12,40 ± 0,04
Na альгинат – 4,0, глицерин – 2,0	0,049 ± 0,002	0,169 ± 0,016	4,30 ± 0,2	10,12 ± 0,1	97,8 ± 0,56	13,22 ± 0,01
Натросол 250 G – 3,0, глицерин – 0,5	0,047 ± 0,004	0,159 ± 0,015	2,10 ± 0,1	10,47 ± 0,3	109,9 ± 0,39	9,98 ± 0,02

Относительную биологическую доступность анилокаина из выбранных составов определяли методом равновесного диализа *in vitro* через полупроницаемую мембрану и кондуктометрическим методом. Результаты изучения высвобождения анилокаина с использованием кондуктометрического метода коррелируют с результатами, полученными при применении титриметрического метода. Проведенные исследования показали, что наиболее высокая скорость высвобождения анилокаина наблюдается из полимерной матрицы на основе Натросол

250G-Pharm. (через 3 часа – 100%), а композиции на основах Na КМЦ и Na альгинат можно отнести к пролонгированным системам, из которых полное высвобождение ЛС происходит через 7 часов.

Определенный вклад в кинетику высвобождения ЛС вносит процесс набухания высокомолекулярные вещества (ВМВ). Кривые, характеризующие кинетику набухания, представлены на рис. 2. Высокую способность к набуханию имеют ПЛ на основе Натросол, меньшее набухание наблюдается у плёнок на основах Na КМЦ и Na альгинат.

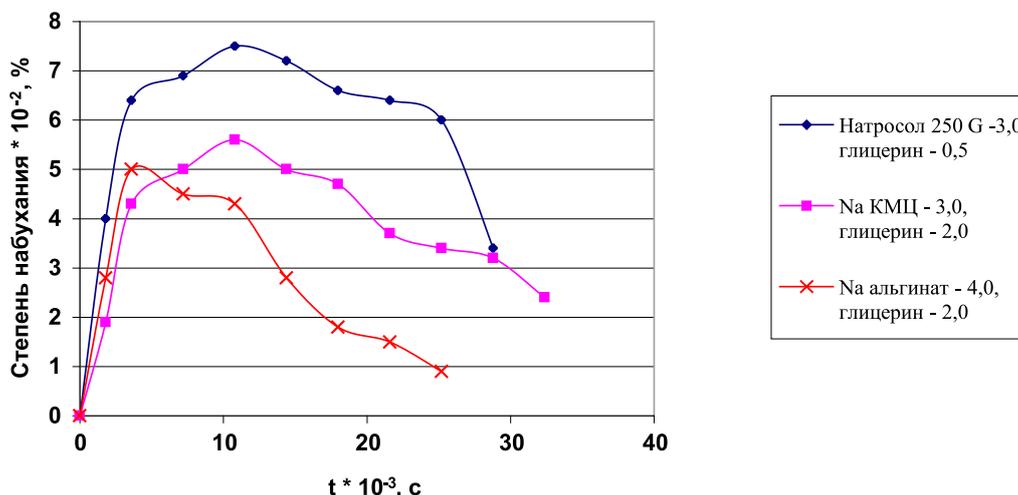


Рис. 2. Степень набухания ПЛ на исследуемых основах

Таким образом, на основании изученных кинетических параметров, ПЛ следует отнести к неограниченно набухающим системам матричного типа, обеспечивающим диффузионный пролонгированный релиз ЛС.

Окончательный выбор плёнокообразователя сделали на основании пожеланий специалистов, по мнению которых, для эффективности лечения стоматологических больных необходимо пролонгирующее действие. Ввиду того, что свойства

Na КМЦ и Na альгината как плёнообразователей практически идентичны, с учетом экономической и сырьевой доступности, предпочтение на данном этапе отдано натрия альгинату. Кроме того, проведенные ранее исследования установили способность альгиновой кислоты и ее солей останавливать кровотечение, что немаловажно при оказании стоматологической помощи.

Как известно, в развитии воспалительных процессов в пародонте ведущую роль играет микрофлора. Поэтому следующий этап работы связан с введением в состав ПЛ антимикробного ЛС, в качестве которых изучены ЛС широкого спектра действия, наиболее часто применяемые в стоматологии: хлоргексидина биглюконат (ХГБ), фурацилин, диоксидин. Исследования

проведены под руководством зав. кафедрой микробиологии, д.ф.н., проф. Одеговой Т.Ф. Первоначально антимикробную активность плёнок с антисептиками определяли диффузионным методом по отношению к тест-микроорганизмам – St.aureus и E. coli. Наиболее активными в отношении грамположительных (St. aureus) и грамотрицательных (E. coli) бактерий являются композиции №№ 1, 4, 5, 7 и 8 (табл. 3). Ввиду того, что при повышении концентрации диоксидина от 1% до 1,5% и хлоргексидина биглюконата от 0,1% до 0,2% увеличение антимикробной активности практически не происходит, для дальнейших исследований по отношению к пяти видам тест микроорганизмов St.aureus, E. coli, St.epidermidis, Ps.aeruginosa, Cand.albicans. были выбраны составы №№ 1, 4 и 7.

Таблица 3

Антимикробная активность ПЛ с анилокаином и различными антисептиками

№ п/п	Состав, %	Диаметр зоны задержки роста, мм	
		St. aureus	E. coli
1	Na альгинат 4; Глицерин 2; Анилокаин 5; Фурацилин 0,1	21,8 ± 1,9	18,0 ± 3,2
2	Na альгинат 4; Глицерин 2; Анилокаин 5; ХГБ 0,05	9,8 ± 1,5	8,7 ± 0,7
3	Na альгинат 4; Глицерин 2; Анилокаин 5; ХГБ 0,075	12,3 ± 0,7	14,3 ± 0,8
4	Na альгинат 4; Глицерин 2; Анилокаин 5; ХГБ 0,1	29,0 ± 1,9	24,5 ± 0,9
5	Na альгинат 4; Глицерин 2; Анилокаин 5; ХГБ 0,2	28,0 ± 0,7	23,0 ± 1,5
6	Na альгинат 4; Глицерин 2; Анилокаин 5; Диоксидин 0,5	18,3 ± 0,7	15,0 ± 1,1
7	Na альгинат 4; Глицерин 2; Анилокаин 5; Диоксидин 1	28,0 ± 0,5	29,8 ± 1,2
8	Na альгинат 4; Глицерин 2; Анилокаин 5; Диоксидин 1,5	26,0 ± 0,2	27,0 ± 1,2

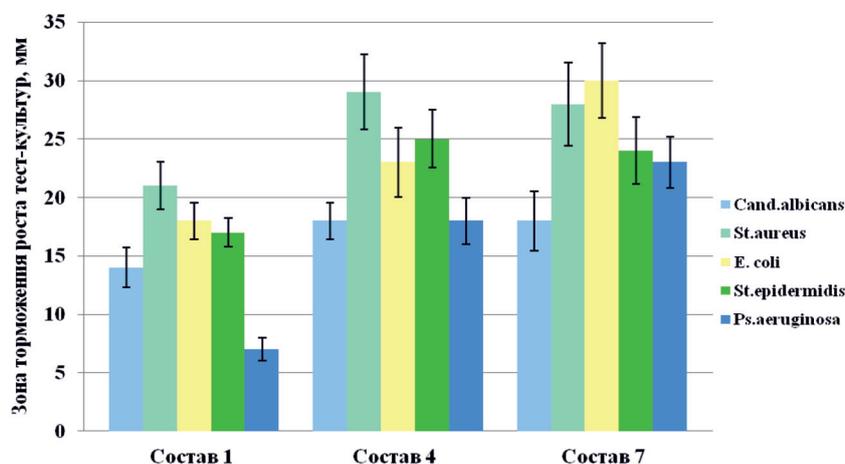


Рис. 3. Антимикробная активность ПЛ с анилокаином и различными антисептиками

Антимикробная активность выбранных концентраций антисептиков в отношении грамположительных (*St.aureus*, *St.epidermidis*), грамотрицательных (*E. coli*, *Ps.aeruginosa*) бактерий и грибов (*Cand.albicans*) была подтверждена в последующих опытах (рис. 3).

Таким образом, проведенные технологические, физико-химические, биофармацевтические и микробиологические исследования позволили получить 3 состава плёнок лекарственных, представленных в табл. 4. ПЛ имеют специфический запах и горький вкус, поэтому в качестве корри-

гирующего средства в состав пленок ввели масло мятное в количестве 0,06 г.

В связи с тем, что в настоящее время фурацилин характеризуется как слабый антисептик, то для дальнейших исследований и внедрения предложено 2 состава ПЛ – «Анилдиокс» и «Анилгек».

Для создания ПЛ выбран метод полива на гидрофобную подложку с последующей сушкой в сушильном шкафу при экспериментально установленной температуре 40–50 °С в течение 17–19 часов. Концентрация анилокаина составляла 5% в пересчете на сухую массу плёнки.

Таблица 4

Композиции плёнок лекарственных

Название композиции	Ингредиенты композиции	Количество, %
Анилфур	Анилокаин	5,0
	Фурацилин	0,1
	Масло мятное	0,06
	Натрия альгинат	4,0
	Глицерин	2,0
	Вода очищенная	до 100,0
Анилгек	Анилокаин	5,0
	Хлоргексидина биглюконат	0,1
	Масло мятное	0,06
	Натрия альгинат	4,0
	Глицерин	2,0
	Вода очищенная	до 100,0
Анилдиокс	Анилокаин	5,0
	Диоксидин	1,0
	Масло мятное	0,06
	Натрия альгинат	4,0
	Глицерин	2,0
	Вода очищенная	до 100,0

При разработке методов стандартизации ПЛ за основу взяты требования и показатели качества, опубликованные Государственным НИИ по стандартизации и контролю качества лекарственных средств. В целях формирования единого подхода к стандартизации как механизма обеспечения требуемого уровня качества и безопасности продукции аптеки предложены следующие разделы контроля качества ПЛ: описание (цвет, запах, размеры и форма плёнок); подлинность лекарственных средств, входящих в состав плёнки; определение средней массы; растворимость; рН водного раствора; микробиологическая чистота; потеря массы при высушивании; количественное определение; упаковка, маркировка, транспортирование; срок годности. Кроме того, критериями оценки качества ПЛ служили такие технологические параметры, как паропроницаемость, механическая прочность на разрыв, толщина пленок, потеря массы при высушивании, время растворения.

По внешнему виду ПЛ представляют собой эластичные пластины коричневого цвета прямоугольной формы с запахом мяты.

На следующем этапе исследования разработанные для субстанций анилокаина, ХГБ, диоксидаина методики идентификации модифицировали и апробировали при оценке качества ПЛ. Для количественного определения действующих веществ в ПЛ за основу взяты титриметрические, физико-химические методы, модифицированные с учетом специфики плёночных форм. Количественное определение анилокаина в плёнках проводили экстракционно-титриметрическим методом, для чего устанавливали оптимальные условия проведения анализа применительно к плёнкам. Содержание анилокаина в средних терапевтических дозах составляет: в ПЛ «Анилгек» $2,55 \pm 0,03$ мг и для ПЛ «Анилдиокс» – $2,51 \pm 0,02$ мг. Определение содержания ХГБ в ПЛ «Анилгек» и диоксидаина в ПЛ «Анилдиокс» проводили

спектрофотометрическим методом. Содержание ХГБ в средней терапевтической дозе (1×2 см) плёнки должно быть от 0,040 до 0,060 мг, а диоксидина в средней терапевтической дозе (1×2 см) плёнки составляет $0,506 \pm 0,003$ мг. Изучение стабильности ПЛ в процессе хранения определяли путем оценки технологических, микробиологических показателей, количественного определения действующих веществ в условиях естественного хранения. Установлено, что количественное содержание действующих веществ, технологические параметры и микробная чистота остались в пределах нормы в течение 2 лет и 3 мес.

Выводы

На основании комплекса технологических, биофармацевтических, физико-химических и химических исследований экспериментально обоснованы состав и технология пленок лекарственных с анилокаином.

Список литературы

1. Алексеева И.В., Панцуркин В.И. Состояние и перспективы внедрения лекарственных форм анилокаина в медицинскую практику // *Фундаментальные исследования*. – 2013. – № 10 (часть 15). – С. 3472–3476.
2. Гажва С.И., Гулуев Р.С. Распространенность и интенсивность воспалительных заболеваний пародонта Обзор. *Стоматология*. – 2012. – № 1 (75). – С. 13–14.
3. Голованенко А.Л., Смирнова М.М., Алексеева И.В., Блинова О.А. Основные подходы к стандартизации пленок

лекарственных // *Современные проблемы науки и образования*. – 2012. – № 2; URL: www.science-education.ru/102-5694 (дата обращения: 16.10.2014).

4. Патент РФ № 1146989, 07.04.1994.
5. Патент РФ № 2139050, 10.10.1999.

References

1. Alekseeva I.V., Pantsurkin V.I. State and prospects of introduction of medicinal forms anilocaine in medical practice // *Fundamental research*. 2013. no. 10(Part 15). pp. 3472–3476.
2. Gzhva S.I., Guluev R.S. Prevalence and intensity of inflammatory periodontal diseases Review. *Dentistry*. – 2012. no 1 (75). – pp. 13–14.
3. Golovanenko A.L., Smirnova M.M., Alekseeva I.V., Blinova O.A. Main approaches to the standardization of medicinal films // *Modern problems of science and education*, 2012, no. 2.
4. Patent PF № 1146989, 07.04.1994.
5. Patent PF № 2139050, 10.10.1999.

Рецензенты:

Солонина А.В., д.фарм.н., профессор, заведующая кафедрой управления и экономики фармации, ГБОУ ВПО «Пермская государственная фармацевтическая академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Пермь;

Олешко О.А., д.фарм.н., профессор кафедры фармацевтической технологии, ГБОУ ВПО «Пермская государственная фармацевтическая академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Пермь.

Работа поступила в редакцию 05.12.2014.

УДК 615.074:543.061:582.842.2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУММЫ ФЛАВОНОИДОВ В ТРАВЕ ПИОНА**Смирнова М.М., Яборова О.В., Накарякова Н.И., Люст Е.Н., Олешко О.А.***ГБОУ ВПО «Пермская государственная фармацевтическая академия Минздрава России»,
Пермь, e-mail: smirnova-m@pfa.ru*

Флавоноиды являются важной группой биологически активных веществ, обеспечивающих широкий спектр фармакологического действия многих растений: седативное, противовоспалительное, кровоостанавливающее и др. Качественными реакциями и методом хроматографического анализа на бумаге из травы пиона уклоняющегося и пиона садового выделены и идентифицированы по значениям Rf флавоноиды (рутин и кверцетин). Спектр поглощения извлечения из травы пиона садового имеет максимум, близкий к спектру рутина, поэтому он выбран в качестве доминирующего в сумме, на который в дальнейшем вели пересчет при количественном анализе. Нами определены оптимальные условия проведения количественного анализа сырья пиона садовых сортов и разработана методика определения флавоноидов спектрофотометрическим методом. Методика обладает хорошей воспроизводимостью, относительная ошибка метода, при доверительной вероятности 95 %, не превышает 2,59 %.

Ключевые слова: пион уклоняющийся, пион садовый, флавоноиды, спектрофотометрический метод

DETERMINATION OF TOTAL FLAVONOIDS IN THE GRASS OF THE PION**Smirnova M.M., Yaborova O.V., Nakaryakova N.I., Lyust E.N., Oleshko O.A.***Perm State Pharmaceutical Academy, Perm, e-mail: smirnova-m@pfa.ru*

Flavonoids are an important group of biologically active substances, providing a wide range of pharmacological action of many plants. They possess sedative, anti-inflammatory, hemostatic, and other effects. We isolated and identified flavonoids (rutin and quercetin) from a herb peony and peony garden by the Rf value using qualitative reaction and a method of chromatographic analysis on a paper. The absorption spectrum of extracts from herb of peony garden has a maximum close to the spectrum of the routine, so it was selected as the dominant by which later were recalculated in the quantitative analysis. We determined the optimal conditions for the quantitative analysis of raw peony of garden varieties and we developed a technique for determining flavonoids by spectrophotometry. The technique has good reproducibility, the relative error of the method, at 95% confidence level, does not exceed 2,59%.

Keywords: peony, peony garden, flavonoids, spectrophotometric method

Флавоноиды являются важной группой биологически активных веществ, присутствующей во всех видах лекарственного растительного сырья. Они обуславливают наличие у растений широкого спектра фармакологического действия: седативного, противовоспалительного, кровоостанавливающего, противоязвенного, желчегонного, капилляроукрепляющего. В то же время известно, что флавоноиды практически нетоксичны [1].

Известно, что химический состав травы пиона уклоняющегося (*Paeonia anomala* L.) представлен группами биологически активных веществ (БАВ): монотерпеновыми гликозидами, флавоноидами, дубильными веществами и др. [2].

Недостаточные объемы заготовок пиона уклоняющегося обуславливают целесообразность проведения исследований по внедрению в медицинскую практику нового вида лекарственного сырья – травы пиона садовых сортов.

Целью нашей работы являлась разработка методики количественного определения суммы флавоноидов в траве пиона садового.

Материалы и методы исследования

Для анализа использовали 1 образец травы пиона уклоняющегося и 6 образцов травы пиона садовых со-

ртов, заготовленные: в Пермском крае, в Челябинской, Свердловской областях и в Удмуртской Республике.

Для проведения качественного анализа навеску измельченного до размера частиц 1 мм воздушно-сухого сырья заливали 70% этанолом в соотношении 1:10 и кипятили на водяной бане с обратным холодильником в течение 30 минут. Полученное извлечение охлаждали, фильтровали через бумажный фильтр и использовали для проведения характерных для флавоноидов качественных реакций: проба Синода, проба Брианта, реакция с 2% раствором хлорида алюминия, 1% раствором ацетата свинца основного, 10% раствором натрия гидроксида.

В качестве отправной точки для разработки методики количественного определения флавоноидов в траве пиона уклоняющегося и пиона садового использовали методику количественного определения суммы флавоноидов в траве зверобоя спектрофотометрическим методом, по реакции комплексообразования с 2% спиртовым раствором алюминия хлорида [3].

Статистическую обработку результатов исследований проводили по общепринятым методикам ГФ XII издания и с помощью программы Microsoft Excel [5].

Результаты исследования и их обсуждение

В результате проведения качественных реакций получены характерные результаты реакций во всех изучаемых образцах, подтверждающие присутствие флавоноидов.

При исследовании всех образцов методом бумажной хроматографии на хромато-

граммах в видимом свете окрашенные зоны отсутствуют. В ультрафиолетовом свете выявлено 5 пятен с голубой, фиолетовой, светло-коричневой, темно-коричневой флюоресценцией при хроматографировании в системе уксусная кислота:вода (15:85) и 3 пятна с фиолетовой, светло- и темно-коричневой флюоресценцией – в системе бутанол : уксусная кислота:вода (4:1:2). Флюоресценция усиливалась после обработки хроматограмм 25% раствором аммиака. Окрашивание пятен 1, 2, 3 в желтый цвет после обработки 2% спиртовым раствором алюминия хлорида при хроматографирова-

нии в системе уксусная кислота : вода и 2, 3 – в системе бутанол : уксусная кислота : вода показало, что пятна имеют флавоноидную природу. Пятна 4, 5 не изменили своей окраски. Для полученных пятен рассчитывали значения Rf. Пятно 3 со значением $Rf = 0,68 \pm 0,03$ идентифицировано относительно свидетеля как рутин ($0,67 \pm 0,03$), а пятно 1 со значением $Rf = 0,10 \pm 0,03$ идентифицировано относительно свидетеля как кверцетин ($0,09 \pm 0,03$). Хроматографическая характеристика водно-спиртовых извлечений из травы пиона садовых сортов приведена в табл. 1.

Таблица 1

Хроматографическая характеристика водно-спиртовых извлечений из травы пиона садовых сортов в системе растворителей уксусная кислота:вода (15:85)

№ пятна	Значение Rf	В УФ-свете	В УФ-свете после обработки парами аммиака	После обработки раствором алюминия хлорида
1	0,10	светло-коричневая	желто-коричневая	желтая
2	0,42	темно-коричневая	желто-коричневая	желтая
3	0,68	светло-коричневая	желто-коричневая	желтая
4	0,75	фиолетовая	ярко-фиолетовая	фиолетовая
5	0,83	голубая	ярко-голубая	голубая

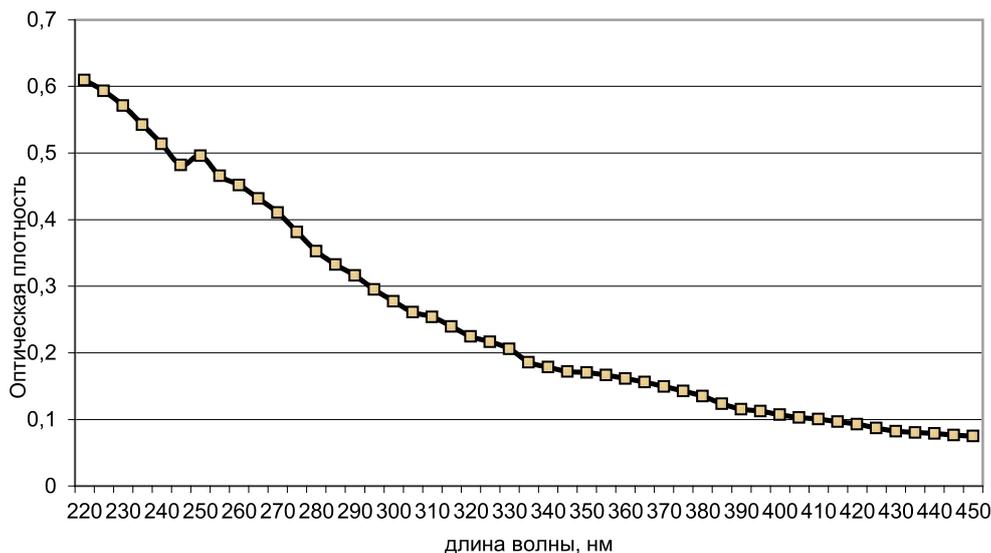


Рис. 1. Спектр поглощения спиртового извлечения травы пиона садового

Исследования показали, что в системе бутанол:уксусная кислота:вода (4:1:2) пятна флавоноидов не имели четких границ и интенсивной флюоресценции в отличие от хроматографической картины в системе уксусная кислота:вода (15:85).

Таким образом, оптимальным условием для хроматографирования является система растворителей уксусная кислота:вода (15:85). По значениям Rf нами идентифи-

цированы рутин и кверцетин. Установлена идентичность люминесцентно-хроматографических характеристик извлечений из травы пиона уклоняющегося и пиона садового.

Для проведения количественного определения биологически активных веществ спектрофотометрическим методом предварительно определена длины волны (λ_{max}) с максимальным значением оптической плотности исследуемого раствора.

Реакция комплексообразования флавоноидов с хлоридом алюминия в слабокислой среде наиболее избирательна, специфична и дает стабильные результаты, в частности, при определении сложных растительных объектов, содержащих окрашенные сопутствующие вещества [4]. Эта реакция положена в основу разрабатываемой нами методики количественного определения суммы флавоноидов в надземной части пиона садового.

В результате определения спектральной характеристики извлечений из травы пиона садового, полученных исчерпываю-

щей экстракцией 70% этанолом, установлено, что максимум находится в области 255 нм (рис. 1).

Для установления аналитической длины волны получали комплекс извлечения из травы пиона с 2% раствором хлорида алюминия, максимум поглощения наблюдается при $\lambda_{\text{max}} = 405$ нм. Близкий по значению максимум поглощения (λ_{max}) комплекса рутин с 2% раствором хлорида алюминия позволяет выбрать его в качестве стандартного образца. Спектры поглощения комплекса с алюминия хлоридом флавоноидов и рутин представлены на рис. 2.

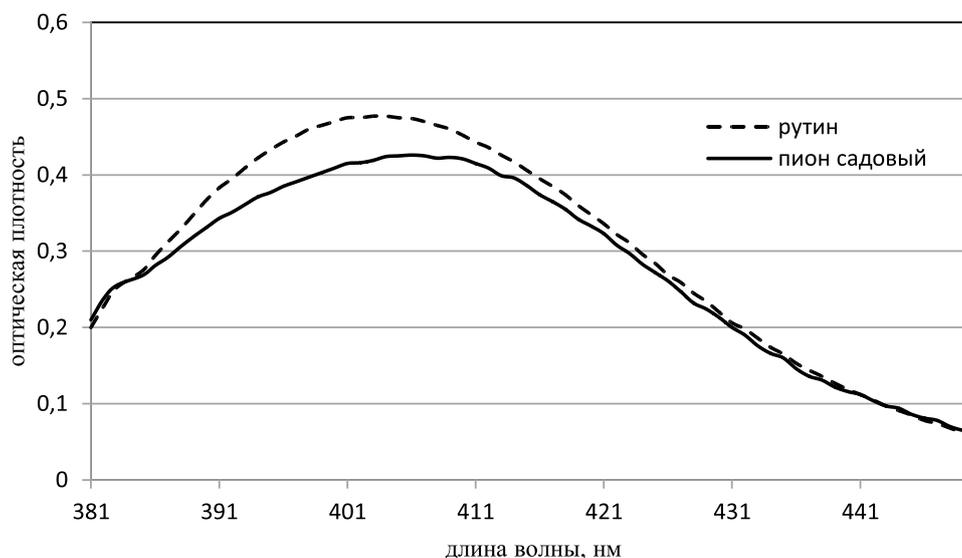


Рис. 2. Спектр поглощения комплекса флавоноидов травы пиона садового и ГТО рутин с алюминия хлоридом

Таблица 2

Результаты определения оптимального экстрагента для извлечения флавоноидов из травы пиона садового

Экстрагент	Содержание флавоноидов, %
Вода	1,10 ± 0,02
20% этанол	1,37 ± 0,03
30% этанол	1,39 ± 0,05
40% этанол	1,48 ± 0,03
50% этанол	1,53 ± 0,02
70% этанол	1,73 ± 0,05
90% этанол	1,70 ± 0,03

В методиках количественного определения большинства флавоноидов и других биологически активных веществ для извлечения используются водно-спиртовые растворы различной концентрации. Нами в качестве экстрагента использованы вода и водно-спиртовые растворы 20%, 30%, 40%, 50%, 70%, 90% концентрации. В ходе

эксперимента установлено, что оптимальным экстрагентом является 70% этанол. Результаты представлены в табл. 2.

Размер частиц так же оказывает влияние на процесс экстрагирования, т.к. от него зависит поверхность раздела фаз между сырьем и экстрагентом. Нами изучена степень измельчения сырья от 0,5 до 3 мм. Результаты показали, что наиболее полный выход флавоноидов происходит из сырья с размером частиц 1 мм (1,94 ± 0,05).

Следующим фактором, влияющим на степень извлечения флавоноидов из сырья, является соотношение «твердое тело – жидкость». Исследование проводили при соотношениях сырья и экстрагента 1:5, 1:10, 1:15, 1:20. Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что максимальный выход флавоноидов наблюдается при соотношении 1:10 (1,82 ± 0,04%).

Для определения продолжительности экстракции изучено время наступления рав-

новесной концентрации в системе сырье-экстрагент. Для этого серию навесок сырья травы пиона садового настаивали с учетом ранее установленных параметров до прекращения прироста концентрации флавоноидов. Определение проводили через каждые 10 минут. Результаты исследований показали, что равновесная концентрация устанавливается через 30 минут.

С целью максимального извлечения биологически активных веществ из растительного материала, проводили определение количества ступеней экстракции и времени наступления равновесной концентрации на каждой из них. Равновесная концентрация на второй и третьей ступени наступала также через 30 минут.

При проведении спектрофотометрического определения величина оптической плотности должна находиться в пределах от 0,2 до 0,7. Поэтому нами изучено соотношение извлечения и 2% раствора алюминия хлорида. Разведения готовили в мерной колбе вместимостью 25 мл в соотношениях 1:1, 1:2, 1:3 (табл. 3).

Таблица 3

Зависимость оптической плотности от соотношения объема извлечения и 2% раствора алюминия хлорида

Соотношение	Оптическая плотность	Содержание суммы флавоноидов, %
1:1	0,175	1,82
1:2	0,223	2,37
1:3	0,180	1,90

Из данных таблицы следует, что оптимальным является соотношение извлечения и 2% раствора алюминия хлорида 1:2.

Таблица 4

Изменение оптической плотности комплекса с раствором алюминия хлорида во времени

Время	Оптическая плотность	Содержание флавоноидов, %
10 мин	0,204	2,13
20 мин	0,205	2,14
30 мин	0,212	2,22
40 мин	0,211	2,21
50 мин	0,211	2,21
60 мин	0,211	2,21
1,5 часа	0,206	2,15

Для определения времени устойчивости комплекса измеряли величину оптической

плотности фотометрируемого раствора через каждые 10 минут в течение 1 часа с момента получения комплекса, а также через 1,5 часа. Как показывают данные, представленные в табл. 4, стабильность эффекта реакции наблюдается через 40 минут с момента получения комплекса флавоноидов с хромогенным реагентом и сохраняется в течение часа, через 1,5 часа она незначительно изменяется. Изменение величины оптической плотности, очевидно, связано с окислительно-восстановительными процессами, но на результаты анализа не оказывающими существенного влияния.

Методика количественного определения суммы флавоноидов в траве пиона: сырье измельчают до размера частиц, проходящих через сито с отверстиями диаметром 1 мм. Около 1 г (точная навеска) измельченного сырья помещают в колбу со шлифом вместимостью 100 мл, прибавляют 30 мл 70% этанола. Колбу присоединяют к обратному холодильнику и нагревают на кипящей водяной бане в течение 30 минут, периодически встряхивая для смывания частиц сырья со стенок. Горячее извлечение фильтруют через ватный тампон в мерную колбу вместимостью 100 мл, фильтр с попавшими на него частицами сырья помещают в колбу для экстрагирования. Экстракцию повторяют еще дважды в тех же условиях, фильтруя извлечение в ту же мерную колбу. После охлаждения объем извлечения доводят до метки 70% этанолом и перемешивают (раствор А).

В мерную колбу вместимостью 25 мл помещают 1 мл раствора А, прибавляют 2 мл 2% раствора алюминия хлорида в 95% этаноле, 1 каплю разведенной уксусной кислоты и доводят объем раствора до метки 95% этанолом. Через 40 минут измеряют оптическую плотность раствора на спектрофотометре при длине волны 405 нм в кювете с толщиной слоя 10 мм. В качестве раствора сравнения используют следующий раствор: 1 мл извлечения (раствор А) помещают в мерную колбу вместимостью 25 мл, прибавляют 1 каплю разведенной уксусной кислоты и доводят объем раствора 95% этанолом до метки.

Параллельно измеряют оптическую плотность раствора Государственного стандартного образца (ГСО) рутин, приготовленного аналогично испытываемому раствору.

Содержание суммы флавоноидов в пересчете на рутин и абсолютно сухое сырье в процентах (X) вычисляют по формуле:

$$X = \frac{A \cdot m_0 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 100}{A_0 \cdot m \cdot 100 \cdot (100 - W)'} ,$$

где A – оптическая плотность испытуемого раствора; A_0 – оптическая плотность раствора ГСО рутин; m – масса сырья в граммах; m_0 – масса ГСО рутин в граммах; W – потеря в массе при высушивании сырья в процентах.

Для определения относительной ошибки метода проводили серию опытов по приведенной выше методике. Результаты статистической обработки полученных данных представлены в табл. 5.

Таблица 5

Метрологические характеристики количественного определения суммы флавоноидов в траве пиона садового

N	X	S ²	S	S _x	P, %	T(P,f)	Σ, %
10	2,403	0,000757	0,02751	0,008699	95	2,26	2,59

Относительная ошибка единичного определения с доверительной вероятностью 95 % составляет 2,59 %. Результаты проведенных исследований подтверждают воспроизводимость методики.

Выводы

1. В результате проведения качественных реакций в образцах травы пиона садовых сортов подтверждено присутствие флавоноидов. Методом бумажной хроматографии в системе уксусная кислота:вода (15:85) идентифицированы рутин и кверцетин.

2. На основании проведенных исследований установлена возможность оценки качества травы пиона по сумме флавоноидов в пересчете на рутин. Определены условия проведения количественного анализа травы пиона: экстрагент 70 % этанол, степень измельчения сырья 1 мм, соотношение сырья и экстрагента 1:10, трехкратная экстракция по 30 минут. Оптимальное значение оптической плотности при длине волны $\lambda_{\max} = 405$ нм наблюдается при соотношении извлечения и 2 % раствора хлорида алюминия 1:2, время устойчивости комплекса от 40 до 60 минут.

3. Разработана методика количественного определения флавоноидов в сырье спектрофотометрическим методом. Методика обладает хорошей воспроизводимостью. Относительная ошибка метода, при доверительной вероятности 95 %, не превышает 2,59 %.

Список литературы

1. Беликов В.В., Точкова Т.В., Колесник Н.Т. Избирательный метод анализа флавоноидов и фито-химических препаратов. ВНИИХ – ТЛС. // Сб. Проблемы стандартизации и контроля качества лекарственных средств. – М., 1991. – Т. 2, Ч. 2. – С. 13.

2. Георгиевский В.П. Биологически активные вещества лекарственных растений / В.П. Георгиевский, Н.Ф. Комиссаренко, С.Е. Дмитрук. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1990. – 333 с.

3. Государственная фармакопея СССР: В.2 т., Т. 1. – 11 изд., перераб. и доп. – Москва: Медицина, 1990. – 334 с.

4. Государственная фармакопея СССР: В.2 т., Т. 2. – 11 изд., перераб. и доп. – Москва: Медицина, 1987. – 398 с.

5. Государственная фармакопея Российской Федерации – XII изд. – Изд-во научный центр экспертизы средств медицинского применения, 2008. – 704 с.

References

1. Belikov V.V., Tochkova T.V., Kolesnik N.T. Izbiratelnyy metod analiza flavonoidov i fito-chimicheskikh preparatov [Selective method for the analysis of flavonoids and phyto – chemicals]. Moscow, 1991. p. 13.

2. Georgievskiy V.P. Biologicheski aktivnye veshstva lekarstvennykh rasteniy [Biologically active substances of medicinal plants]. Novosibirsk: Science. Siberian Branch, 1990. 333 p.

3. Gosudarstvennaya farmakopeya SSSR. Kn. 1. Edition 11 [State Pharmacopoeia of the USSR. Vol.1. Ed. 11]. Moscow: Medicina Publ., 1990, 334 p.

4. Gosudarstvennaya farmakopeya SSSR. Kn. 2. Edition 11 [State Pharmacopoeia of the USSR. Vol.2. Ed. 11]. Moscow: Medicina Publ., 1987, 398 p.

5. Gosudarstvennaya farmakopeya Rossiyskoy Federatsii. Edition XII [State Pharmacopoeia of the Russian Federation. Ed. XII]. Research Center of Expertise of Medical Products Publ., 2008, 704 p.

Рецензенты:

Пулина Н.А., д.фарм.н., доцент, заведующая кафедрой фармацевтической технологии, ГБОУ ВПО «Пермская государственная фармацевтическая академия Минздрава России», г. Пермь;

Белоногова В.Д., д.фарм.н., профессор, заведующая кафедрой фармакогнозии с курсом ботаники ГБОУ ВПО «Пермская государственная фармацевтическая академия Минздрава России», г. Пермь.

Работа поступила в редакцию 05.12.2014.

УДК 338:37, 334.21:35

ФИНАНСОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ И ПРАКТИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМАТИВНЫХ ЗАТРАТ

Федосова Т.В., Боровская М.А., Масыч М.А., Паничкина М.В.

ФГАОУ ВПО «Южный федеральный университет», Таганрог, e-mail: fedosova.tv@ya.ru

В статье выполнен анализ практики формирования нормативных затрат на оказание государственных услуг по уровням профессионального образования в условиях бюджетных ограничений. Переход на единые нормы финансового обеспечения сопровождается поиском оптимальной методики расчета затрат. Множество имеющихся направлений подготовки и специальностей профессионального образования структурируется по стоимостным группам в соответствии с требованиями, предъявляемыми федеральными государственными стандартами по соотношению численности студентов на одного преподавателя и использованию лабораторного оборудования. На основе анализа нормотворческой деятельности и политики ценообразования на образовательную услугу выделены лучшие практики, подвергшиеся углубленному анализу по структуре нормативных затрат, пропорциям, порядкам выделения стоимостных групп и иных требований законодательства. Получены результаты исследования и выводы по дальнейшему совершенствованию методического обеспечения нормирования затрат.

Ключевые слова: экономика образования, профессиональное образование, нормативные затраты, стоимостные группы специальностей

FINANCIAL SECURITY OF THE ORGANIZATIONS OF PROFESSIONAL EDUCATION AND PRACTICE OF DEFINITION OF STANDARD COSTS

Fedosova T.V., Borovskaya M.A., Masych M.A., Panichkina M.V.

Southern Federal University, Taganrog, e-mail: fedosova.tv@ya.ru

In article the analysis of practice of formation of standard costs on rendering the state services in levels of professional education in the conditions of the budgetary restrictions is made. Transition to uniform norms of financial security is followed by search of an optimum method of calculation of expenses. The set of the available directions of preparation and specialties of professional education is structured on cost groups according to requirements imposed by federal state standards on a ratio of number of students on one teacher and to use of laboratory equipment. On the basis of the analysis of rule-making activity and a pricing policy on educational service, the best practitioners who underwent the profound analysis on structure of standard costs, proportions, orders of allocation of cost groups and other requirements of the legislation are allocated. Results of research and conclusions on further improvement of methodical ensuring rationing of expenses are received.

Keywords: education economy, professional education, standard costs, cost groups of specialties

В условиях бюджетных ограничений и необходимости проведения преобразований в системе финансового обеспечения профессионального образования на первый план выходит обоснование нормативных затрат, которое предполагает серьезную аналитическую работу по изучению лучших практик, сложившегося уровня и структуры затрат по уровням профессионального образования. В Российской Федерации установлены следующие уровни профессионального образования:

- 1) среднее профессиональное образование;
- 2) уровни высшего профессионального образования: высшее образование – бакалавриат; высшее образование – специалитет, магистратура; высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации.[1]

К настоящему моменту реформа бюджетного финансирования организаций профессионального образования достигла этапа разработки единого подхода к определению нормативных затрат. В данном контексте исследование практики нормотворческой деятельности Министерства об-

разования и науки России, несомненно, обосновано и достаточно актуально. Принципы и подходы, реализованные в методических рекомендациях по порядкам определения нормативных затрат по уровням профессионального образования, следующие: постепенность перехода к единым нормативам по специальностям; введение системы корректирующих коэффициентов, обеспечивающей максимально возможный в рамках бюджетных ограничений учет особенностей направлений подготовки (специальностей) и специфики отдельных образовательных организаций; установление базовых нормативных затрат на одного студента (по очной форме обучения) по стоимостным группам направлений подготовки (специальностям); платная услуга не может быть ниже размера нормативных затрат за счет бюджетных ассигнований.

Несмотря на множественность имеющихся направлений подготовки и специальностей профессионального образования, разработчики применяют методический подход с выделением стоимостных групп,

которые формировались в соответствии с факторами, влияющими на стоимость подготовки одного студента (обучающегося), а именно:

- трудоемкости обучения, определяемой через соотношение численности преподавателей и студентов;
- требований к квалификации профессорско-преподавательского состава;
- необходимости различного рода лабораторного оборудования и соответствующего учебно-вспомогательного персонала;
- особенности прохождения производственной практики;
- специальности и направления подготовки, соответствующие приоритетам модернизации и технологического развития российской экономики.

Базовые нормативные затраты на оказание государственной услуги по специальностям и направлениям подготовки включают в себя нормативные затраты, непосредственно связанные с оказанием государственной услуги и нормативные затраты на общехозяйственные нужды. Так, при определении нормативных затрат на 2013 и 2014 годы был применен метод группировки направлений подготовки (специальностей) по двум критериям: количество студентов на одного преподавателя и требования к лабораторному оборудованию. Данный метод группировки учитывает требования действующих федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС). Выявленные соотношения в структуре нормативных затрат по стоимостным группам специальностей и направлений подготовки для государственных услуг по реализации основных профессиональных образовательных программ высшего образования – программ бакалавриата и программ специалитета на 2014 год показали, что основная нагрузка по реализации учебного процесса ложится на оплату труда, доля которой в структуре нормативных затрат по различным стоимостным группам составляет от 55 до 88% [2], в зависимости от соотношения численности преподавателей и студентов.

Аналогично отстроена система финансирования государственных услуг по реализации основных профессиональных образовательных программ высшего образования – программ магистратуры. Соответствие федеральным стандартам обеспечивается выделением стоимостных групп специальностей и направлений подготовки в зависимости от потребности в лабораторном оборудовании, приоритетности специальности, а также исходя из соотношения численности преподавателей и студентов. Сопоставление итоговых базовых нормативных затрат по реализации основных

образовательных программ магистратуры по стоимостным группам специальностей и направлений подготовки с аналогичными группами направлений подготовки бакалавриата и специалитета показывает применение повышающего коэффициента, который колеблется в диапазоне от 1,11 до 1,17 [3].

По программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре и программам подготовки научно-педагогических кадров в адъюнктуре на 2014 год выделены четыре стоимостные группы:

- 1) гуманитарные отрасли науки;
- 2) естественные, технические и сельскохозяйственные отрасли науки, науки о земле;
- 3) медицинские науки;
- 4) приоритетные специальности.

Установлены базовые нормативные затраты на 2014 г. для учреждений Минобрнауки России: по гуманитарным отраслям науки – 66,81 тыс. руб., по естественным, техническим и сельскохозяйственным – 71,77 тыс. руб., по медицинским – 77,43 тыс. руб., по приоритетным специальностям – 90 тыс. руб. [4].

На 2014 г. для учреждений Минобрнауки России определены итоговое значение и размеры составляющих базовых нормативных затрат по стоимостным группам специальностей и направлений подготовки по реализации основных программ среднего профобразования – программ подготовки специалистов среднего звена. Общие базовые нормативные затраты составляют: по гуманитарным, социально-экономическим и педагогическим специальностям – 33,15 тыс. руб. в год; по техническим, технологическим и естественнонаучным – 34,89 тыс. руб.; по творческим – 53,35 тыс. руб.; по приоритетным – 37,75 тыс. руб.; по сельскохозяйственным – 35,63 тыс. руб.; по специальностям здравоохранения – 35,7 тыс. руб. [5].

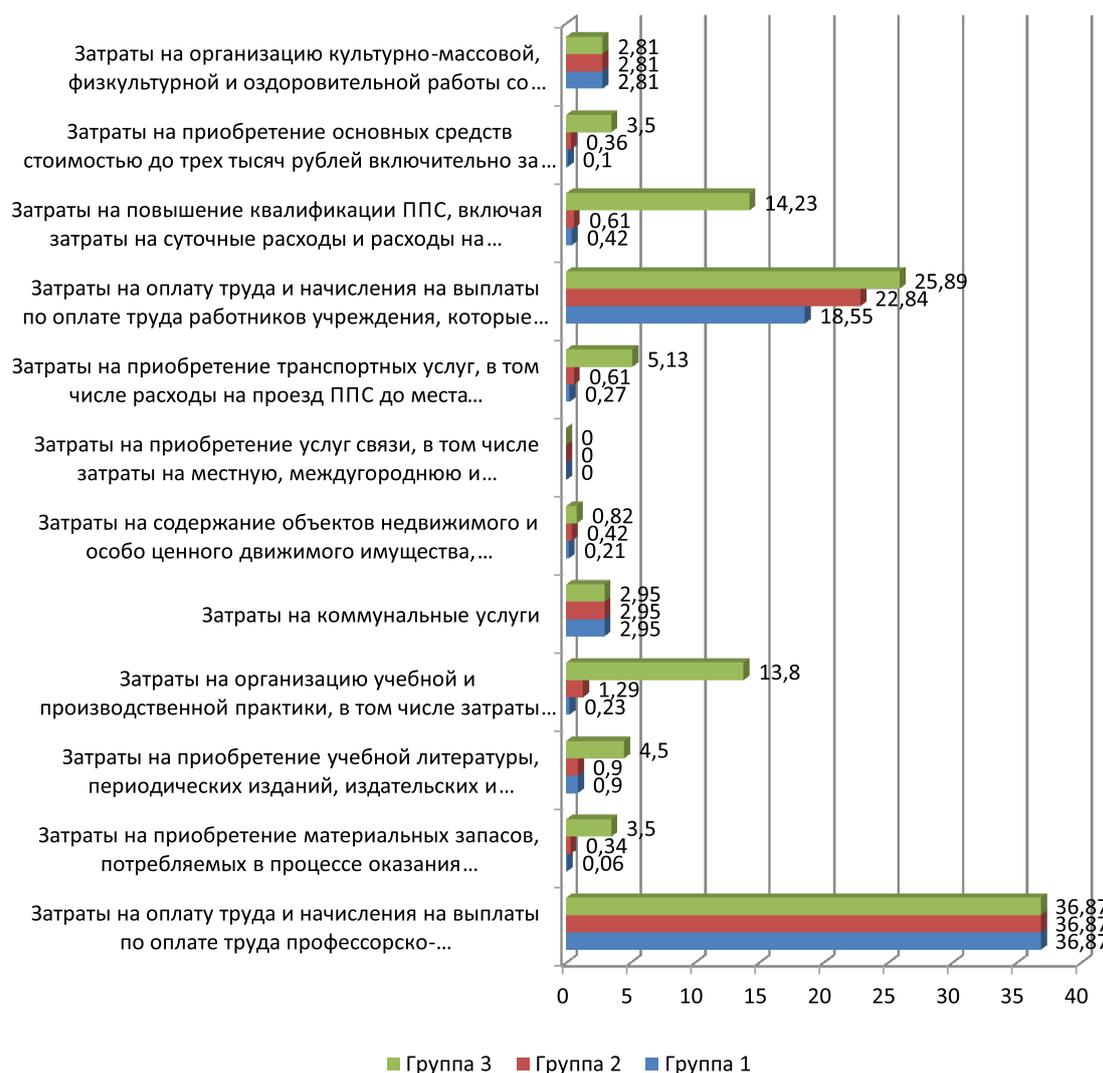
Стоимостные группы специальностей среднего профессионального образования представляют собой:

- 1) гуманитарные, социально-экономические и педагогические специальности;
- 2) технические, технологические и естественнонаучные специальности;
- 3) специальности здравоохранения;
- 4) сельскохозяйственные специальности;
- 5) творческие специальности;
- 6) приоритетные специальности.

Структура нормативных затрат показывает практически равные затраты по всем выделенным стоимостным группам за исключением группы творческих специальностей, показатель затрат на оплату труда ППС в два раза превышает аналогичных показатель других выделенных групп [5].

Пример группировки специальностей по стоимостным группам

Стоимостная группа	Укрупненные группы подготовки	Коды и наименование направлений подготовки
первая	46.00.00 – История и археология	46.03.01 – История, 46.03.02 – Документоведение и архивоведение, 46.03.03 – Антропология и этнология
вторая	37.00.00 – Психологические науки	37.03.01 – Психология, 37.03.02 – Конфликтология
третья	49.00.00 – Физическая культура и спорт	49.03.02 – Физическая культура для лиц с отклонениями в состоянии здоровья (адаптивная физическая культура), 49.03.03 – Рекреация и спортивно-оздоровительный туризм, 52.03.01 – Хореографическое искусство



Соотношение составляющих нормативных затрат по группам специальностей высшего образования – бакалавриат на 2015 год [6]

Определен порядок формирования нормативных затрат в 2015 году, в котором стоимостные группы специальностей и направлений подготовки формируются по тем же параметрам: использование лабораторного оборудования и степень его сложно-

сти; соотношение численности преподавателей и студентов очной формы обучения по специальностям и направлениям подготовки. Однако выделены лишь три стоимостные группы, которые также сформированы на основании требований федеральных

государственных образовательных стандартов, с учетом экспертных оценок и приоритетов государственной политики в сфере высшего образования. Гистограмма составляющих базовых нормативных затрат, сопоставимая с затратами 2014 года, представлена на рисунке. Затраты на оплату труда и начисления на выплаты по оплате труда ППС, включая страховые взносы во внебюджетные фонды, с учетом надбавок за ученые степени и должности остаются неизменными, соотношение преподаватель – студент не учитывается. Распределение специальностей по стоимостным группам неочевидное, например, фрагменты из разных стоимостных групп представлены в таблице.

Представленные порядки определения нормативных затрат по уровням профессионального образования, на наш взгляд, далеки от совершенства, однако, такой подход позволяет унифицировать не только процесс предоставления государственных услуг, но и привести к единому знаменателю финансовое обеспечение этого процесса со стороны государства независимо от ведомственной принадлежности образовательной организации.

Сохранение финансовой устойчивости вузов, подведомственных Минобрнауки, было достигнуто благодаря применению относительно высокого базового уровня нормативных затрат, многочисленной группы корректирующих коэффициентов и постепенному переходу от индивидуальных к единым базовым нормативам затрат по направлениям подготовки (специальностям). Анализ порядка определения и методики формирования нормативных затрат в системе профессионального образования показал, что на сегодняшний день наиболее острыми вопросами являются: совершенствование единой для всех образовательных организаций профессионального образования методики установления нормативных затрат по направлениям подготовки (специальностям) в целях выполнения требований федеральных стандартов; учет особенностей формирования нормативных затрат, связанных с сетевой формой образовательного процесса (проезд, проживание обучающихся); появление междисциплинарных образовательных программ, реализуемых по собственным образовательным стандартам вуза и особенности определения нормативных затрат в случае попадания в различные стоимостные группы специальностей.

Список литературы

1. Федеральный закон Российской Федерации от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Фе-

дерации», ст. 10 п. 5. URL: <http://минобрнауки.рф/документы/2974> (дата обращения: 17.11.2014).

2. Итоговое значение и размеры составляющих базовых нормативных затрат по стоимостным группам специальностей и направлений подготовки для государственных услуг по реализации основных профессиональных образовательных программ высшего образования – программ бакалавриата и программ специалитета на 2014 год для учреждений, подведомственных Минобрнауки России (утв. Минобрнауки РФ 31.12.2013 г. № АП-141/04вн). URL: [http://минобрнауки.рф/документы/\(дата обращения: 17.11.2014\)](http://минобрнауки.рф/документы/(дата обращения: 17.11.2014)).

3. Итоговое значение и размеры составляющих базовых нормативных затрат по стоимостным группам специальностей и направлений подготовки для государственных услуг реализации основных профессиональных образовательных программ высшего образования – программ магистратуры на 2014 год, для учреждений, подведомственных Минобрнауки России (утв. Минобрнауки РФ 31.12.2013 г. № АП-142/04вн). URL: [http://минобрнауки.рф/документы/\(дата обращения: 17.11.2014\)](http://минобрнауки.рф/документы/(дата обращения: 17.11.2014)).

4. Итоговое значение и размеры составляющих базовых нормативных затрат по стоимостным группам специальностей и направлений подготовки для государственных услуг по реализации основных профессиональных образовательных программ высшего образования – программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре и программ подготовки научно-педагогических кадров в адъюнктуре на 2014 год для учреждений, подведомственных Минобрнауки России (утв. Минобрнауки РФ 31.12.2013 г. № АП-145/04вн). URL: [http://минобрнауки.рф/документы/\(дата обращения: 17.11.2014\)](http://минобрнауки.рф/документы/(дата обращения: 17.11.2014)).

5. Итоговое значение и размеры составляющих базовых нормативных затрат по стоимостным группам специальностей и направлений подготовки по реализации основных профессиональных образовательных программ среднего профессионального образования – программ подготовки специалистов среднего звена на 2014 год для учреждений, подведомственных Минобрнауки России (утв. Минобрнауки РФ 31.12.2013 г. № АП-149/04вн). URL: [http://минобрнауки.рф/документы/\(дата обращения: 17.11.2014\)](http://минобрнауки.рф/документы/(дата обращения: 17.11.2014)).

6. Приказ Минобрнауки России от 29.04.2014 № 420 «О перечне и составе стоимостных групп специальностей и направлений подготовки по государственным услугам по реализации основных профессиональных образовательных программ высшего образования – программ бакалавриата, специалитета, магистратуры, подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), ординатуры и ассистентуры-стажировки, итоговых значениях и величине составляющих базовых нормативных затрат по государственным услугам по стоимостным группам специальностей и направлений подготовки, корректирующих коэффициентах, по формам обучения (очно-заочная, заочная), формам реализации образовательных программ (сетевая), по используемым образовательным технологиям (дистанционные образовательные технологии, электронное обучение) в отношении контингента, принимаемого на обучение на первый курс в 2015 году, на весь период обучения». URL: <http://минобрнауки.рф/документы/4288> (дата обращения: 17.11.2014).

References

1. Federal'nyj zakon Rossijskoj Federacii ot 29 dekabrya 2012 g. no 273-FZ «Ob obrazovanii v Rossijskoj Federacii», st. 10 p. 5. URL: <http://minobrnauki.rf/dokumenty/2974> (data obrashhenija: 17.11.2014).

2. Itogovoe znachenie i razmery sostavljajushih bazovyh normativnyh zatrat po stoimostnym gruppam special'nostej i napravlenij podgotovki dlja gosudarstvennyh uslug po realizacii osnovnyh professional'nyh obrazovatel'nyh programm vysshego obrazovanija – programm bakalavriata i programm specialiteta na 2014 god dlja uchrezhdenij, podvedomstvennyh Minobrnauki Rossii (utv. Minobrnauki RF 31.12.2013 g. no AP-141/04vn). URL: [http://minobrnauki.rf/dokumenty/\(data obrashhenija: 17.11.2014\)](http://minobrnauki.rf/dokumenty/(data obrashhenija: 17.11.2014)).

3. Itogovoe znachenie i razmery sostavljajushhih bazovyh normativnyh zatrat po stoimostnym gruppam special'nostej i napravlenij podgotovki dlja gosudarstvennyh uslug realizacii osnovnyh professional'nyh obrazovatel'nyh programm vysshego obrazovaniya – programm magistratury na 2014 god, dlja uchrezhdenij podvedomstvennyh Minobrnauki Rossii (utv. Minobrnauki RF 31.12.2013 g. no AP-142/04vn). URL: [http://minobrnauki.rf/dokumenty/\(data obrashhenija: 17.11.2014\)](http://minobrnauki.rf/dokumenty/(data obrashhenija: 17.11.2014)).

4. Itogovoe znachenie i razmery sostavljajushhih bazovyh normativnyh zatrat po stoimostnym gruppam special'nostej i napravlenij podgotovki dlja gosudarstvennyh uslug po realizacii osnovnyh professional'nyh obrazovatel'nyh programm vysshego obrazovaniya – programm podgotovki nauchno-pedagogicheskikh kadrov v aspiranture i programm podgotovki nauchno-pedagogicheskikh kadrov v ad#junktury na 2014 god dlja uchrezhdenij, podvedomstvennyh Minobrnauki Rossii (utv. Minobrnauki RF 31.12.2013 g. no AP-145/04vn). URL: [http://minobrnauki.rf/dokumenty/\(data obrashhenija: 17.11.2014\)](http://minobrnauki.rf/dokumenty/(data obrashhenija: 17.11.2014)).

5. Itogovoe znachenie i razmery sostavljajushhih bazovyh normativnyh zatrat po stoimostnym gruppam special'nostej i napravlenij podgotovki po realizacii osnovnyh professional'nyh obrazovatel'nyh programm srednego professional'nogo obrazovaniya – programm podgotovki specialistov srednego звена на 2014 god dlja uchrezhdenij, podvedomstvennyh Minobrnauki Rossii (utv. Minobrnauki RF 31.12.2013 g. no AP-149/04vn). URL: [http://minobrnauki.rf/dokumenty/\(data obrashhenija: 17.11.2014\)](http://minobrnauki.rf/dokumenty/(data obrashhenija: 17.11.2014)).

6. Priказ Minobrnauki Rossii ot 29.04.2014 no 420 «O perechne i sostave stoimostnyh grupp special'nostej i naprav-

lenij podgotovki po gosudarstvennym uslugam po realizacii osnovnyh professional'nyh obrazovatel'nyh programm vysshego obrazovaniya – programm bakalavriata, specialiteta, magistratury, podgotovki nauchno-pedagogicheskikh kadrov v aspiranture (ad#junktury), ordinatury i assistentury-stazhirovki, itogovyh znachenijah i velichine sostavljajushhih bazovyh normativnyh zatrat po gosudarstvennym uslugam po stoimostnym gruppam special'nostej i napravlenij podgotovki, korrekirujushhih koeficientah, po formam obuchenija (ochno-zaochnaja, zaochnaja), formam realizacii obrazovatel'nyh programm (setevaja), po ispol'zuemym obrazovatel'nyh tehnologijam (distancionnye obrazovatel'nye tehnologii, jelektronnoe obuchenie) v otnoshe-nii kontingenta, prinimaemogo na obuchenie na pervyj kurs v 2015 godu, na ves' period obuchenija». URL: <http://minobrnauki.rf/dokumenty/4288> (data obrashhenija: 17.11.2014).

Рецензенты:

Макареня Т.А., д.э.н., профессор, заведующая кафедрой инженерной экономики, ФГАОУ ВПО «Южный федеральный университет», г. Таганрог;

Гриненко С.В., д.э.н., профессор, заведующая кафедрой инноватики и экономического проектирования, ФГАОУ ВПО «Южный федеральный университет», г. Таганрог.

Работа поступила в редакцию 05.12.2014.

УДК 376.5

ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА ОДАРЕННЫХ СТАРШЕКЛАСНИКОВ В СИТУАЦИИ КОНКУРСНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Ильясов Д.Ф., Селиванова Е.А.

ГБОУ ДПО «Челябинский институт переподготовки и повышения квалификации работников образования», Челябинск, e-mail: metod-08@mail.ru

В статье описывается специфика подготовки одаренных старшеклассников к участию в конкурсах, конференциях, олимпиадах, соревнованиях как одному из приоритетных направлений работы с одаренными школьниками. Показывается воздействие участия в таких мероприятиях на эмоциональное состояние ученика, говорится о возникновении тревожности и в целом стрессового состояния. Описаны последствия эмоционального напряжения, в частности его влияние на интеллектуальную активность и работоспособность. В этой связи поднимается вопрос о необходимости психолого-педагогического сопровождения старшеклассников во время конкурсных испытаний со стороны педагога, сопровождающего и подготавливающего ученика к ним. Представлены как негативные, так и ресурсные личностные проявления, которые должен учитывать учитель, работающий с одаренным старшеклассником. Особое внимание уделяется описанию рекомендаций по управлению эмоциональным состоянием старшеклассника накануне и в момент конкурсных испытаний, которыми может воспользоваться учитель, нормализуя также и свое состояние.

Ключевые слова: ученик, одаренный старшеклассник, педагог, конкурсные испытания, тревожность, эмоциональное напряжение, личностные особенности, олимпиада, психолого-педагогическое сопровождение, поддержка

PSYCHO-PEDAGOGICAL SUPPORT TO GIFTED UPPER-FORM PUPILS IN THE SITUATION OF ACADEMIC COMPETITIONS

Ilyasov D.F., Selivanova E.A.

The Chelyabinsk Institute of Retraining and Improvement of professional skill of Educators, Chelyabinsk, e-mail: metod-08@mail.ru

The article describes specificity of gifted upper-form pupils' preparation for taking part in competitions, conferences, academic competitions as one of priority areas of work with gifted students. The impact of participation in such activities on the emotional state of pupil and occurrence of anxiety and emotional tension is considered. In the article are presented the consequences of emotional tension and its impact on the intellectual activity and performance. Therefore, there is a need for the psycho-pedagogical support to upper-form pupils during competitions provided by teacher preparing pupils for such activities. In the article are described different personality traits which must be taken into account by the teacher working with gifted upper-form pupils. Special attention is paid to description of the recommendations on the emotional state management, which can be useful on the eve and during competitions both for pupil and teacher.

Keywords: pupil, gifted upper-form pupil, teacher, competitions, anxiety, emotional tension, personality traits, Olympiad, academic competition, psycho-pedagogical support

Вопросы психолого-педагогической поддержки одаренных обучающихся в последнее время приобретает все большую актуальность. Это обусловлено возросшим интересом государства и общественности в целом к данной категории школьников, а также к появлению многообразных направлений работы с одаренными учениками: выявление одаренности, коррекция личностных особенностей, развитие интеллектуальных процессов и прочее. Причем данный интерес отмечается как в философских, социологических, так и в психолого-педагогических науках. Мы не считаем необходимым разделять науки психологию и педагогику в данном контексте, так как, используя разные инструменты, они преследуют одну общую цель – создание необходимых условий для оптимального развития ребенка и его психологического благополучия.

Одаренные ученики представляют собой особую категорию в школьном социуме, они как бы находятся на одном из полюсов ли-

нии развития ребенка. Если центр линии составляет психическую и интеллектуальную норму, то один из его полюсов – различные отклонения в развитии (задержка психического развития, интеллектуальное недоразвитие и пр.), характеризующиеся знаком «—», а второй полюс (положительный) представляют одаренные обучающиеся (интеллектуальная, художественно-эстетическая, психомоторная одаренность и пр.). Крайние варианты развития всегда обращают на себя особое внимание специалистов (педагогов, психологов, дефектологов, психиатров, неврологов), а поэтому и нуждаются в специальной поддержке, и если говорить об одаренном старшекласснике, то в психолого-педагогической поддержке в первую очередь. К данным выводам мы пришли путем анализа современных исследований психологических особенностей одаренных детей [2, 3, 4, 5, 7, 8, 10, 11] и основываясь на собственном опыте работы с одаренными старшеклассниками [1, 6, 9].

Причем данный анализ показывает как наличие ресурсных психологических особенностей, так и некоторых отрицательных черт, препятствующих полно-

ценному гармоничному развитию ребенка. Систематизированные личностные особенности одаренных детей отражены в таблице.

Общие личностные особенности одаренных детей

Положительные качества (ресурсные возможности)	Отрицательные качества (негативные личностные проявления)
Мотивационная сфера	
Высокая учебная мотивация к «любимым» предметам, увлеченность, интерес, наличие познавательной потребности [11].	Низкая учебная мотивация к «нелюбимым» предметам, отсутствие интереса ко многим школьным урокам [11].
Социальная сфера	
Независимость суждений [7]. Свобода от общепринятых ограничений, лидерские качества, юмор [3]. Продуктивные отношения со значимыми взрослыми [4].	Замкнутость, проблемы взаимоотношений со сверстниками, трудности адаптации к социуму [11]. Конфликты с педагогами [7]. Трудности в решении жизненных задач (преодоления социальных трудностей) [11].
Эмоциональная сфера	
Впечатлительность, преобладание интеллектуальных эмоций [11].	Тревожность, обусловленная непохожестью на сверстников [5], повышенная уязвимость [8], склонность к бурным аффектам [7].
Волевая сфера	
Целеустремленность, настойчивость, терпеливость при исследовании интересной, значимой темы [7].	Нежелание прилагать волевые усилия при выполнении неинтересной деятельности [7].
Познавательная сфера	
Высокая концентрация внимания (на интересующих явлениях), хорошая память, высокая академическая успеваемость [7]. Любознательность, высокий (или выше среднего) уровень интеллекта [8]. Способность видеть скрытые явления и закономерности [5]. Высокий уровень развития дивергентных способностей [6]. Логическое мышление, гибкость мышления, продуктивность мышления, способность к прогнозированию [2].	Отвлекаемость, рассеянность, забывчивость, неравномерная успеваемость по отдельным предметам [7].
Личностная сфера	
Перфекционизм (способность доводить деятельность до совершенства) [8]. Устойчивая высокая самооценка (связанная с умением решать интеллектуальные задачи, добиваться успехов в определенной сфере) [7].	Перфекционизм (чрезмерное застревание на какой-либо проблеме, неудовлетворенность собой) [7]. Сверхчувствительность к проблемам: обостренное восприятие окружающего, переживание (страдание) из-за несправедливости, неудовлетворенность своей деятельностью), заниженная самооценка [8].

С одаренным ребенком должен работать одаренный педагог, владеющий психологическими знаниями. Считаю не нужным комментировать данное утверждение, так как представленная выше таблица, описывающая психологические черты одаренного школьника, указывает на это.

Как правило, одаренный старшеклассник участвует в различного рода испы-

таниях его способностей, чаще всего это конкурсы, соревнования, конференции и олимпиады (будем называть их конкурсными испытаниями). Однако подготовку к его участию в подобного рода мероприятиях осуществляет педагог. И от качества данной подготовки зависит успешность выступления одаренного старшеклассника. Причем подготовка должна включать не

только некий запас знаний по определенному предмету, но здесь важна еще и психологическая подготовка. Иными словами мы говорим о важности психологической поддержки одаренного старшеклассника со стороны педагога. Учитель, как правило, в большинстве случаев и сопровождает одаренного старшеклассника при участии его на олимпиадах, конкурсах и прочее. Именно накануне данных конкурсов и непосредственно во время их прохождения важно создать условия, во-первых, активизирующие мыслительную активность старшеклассника, во-вторых раскрывающие его творческий потенциал, в-третьих, снимающие эмоциональное напряжение и стрессовое состояние (которое тормозит мыслительные процессы и снижает концентрацию внимания).

Таким образом, считаем необходимым предложить рекомендации педагогу, работающему с одаренным старшеклассником в процессе подготовки и участия в конкурсных испытаниях.

Самое важное, что нужно принимать во внимание педагогу, – это сущность поддержки, а именно: поддерживать ученика – значит верить в него. Такое ощущение уверенности близких людей передается старшекласснику накануне и во время конкурсных испытаний. Причем важно не только выработать данное ощущение, но и показать его ученику. Это должно быть некое комплексное ощущение уверенности и спокойствия. Причем важно соблюдать чувство меры, чтобы такое состояние не перешло в чувство безразличия, апатии и равнодушия. Чтобы одаренный старшеклассник успешно справился с конкурсными испытаниями важно сформировать у него установку: «Ты сможешь это сделать». Поэтому можно применять различные поддерживающие, вселяющие уверенность выражения, например: «Зная тебя, я уверен, что ты все сделаешь хорошо», «У тебя отлично это получается», «Ты знаешь это очень хорошо».

Поддерживать можно не только словесно, но и на невербальном уровне, через прикосновения (похлопывание по плечу, одобрительное рукопожатие), доброжелательное выражение лица (улыбка, уверенный взгляд), совместные действия. Считаем необходимым подчеркнуть, что такая поддержка не должна переходить в опеку, когда формируются обратные самостоятельности и уверенности качества (зависимость, пассивность, тревожность).

Важно также уметь контролировать и регулировать педагогу собственное

эмоциональное состояние. Так как ощущение тревожности очень быстро передается от одного человека другому. Дети невольно заражаются данным состоянием от взрослых. Поэтому навыками саморегуляции важно владеть и самому учителю.

Среди самых распространенных способов нормализовать эмоциональное состояние (иными словами успокоится) являются следующие:

1. Отвлечься от волнующей темы, переключившись на другой вопрос (серьезный или несущественный). Так можно привлечь внимание на интерьер помещения, людей, собравшихся в нем. Это помогает отвлечься без специальных интеллектуальных усилий, причем на небольшой период времени.

2. Попытаться сконцентрироваться на собственном дыхании. При волнении дыхание, как правило, учащается, поэтому замедлив процесс вдоха и выдоха, можно повлиять и на собственное состояние. Вообще, дыхательные упражнения полезны для активизации мозговой деятельности (насыщение кровеносных сосудов кислородом), а также для релаксации. Дыхание в целом используют для коррекции речевых нарушений (например, заикания), оздоровления организма, либо вхождение в трансное состояние. Поэтому дыхательные упражнения важно использовать грамотно и дозированно.

3. Прием воды помогает успокоиться, отвлечься от проблемы и сконцентрироваться на волнующем вопросе. Рекомендуется выпить стакан воды, сосредоточив внимание на каждом глотке спокойно и последовательно. Вообще, вода – это мощная стихия, которая дает жизнь, энергию и здоровье человеку. Каждый знает, что человек на 70–80% состоит из воды. Причем количество воды с возрастом в организме уменьшается. Так если у новорожденного отмечается 90% воды в организме, то в преклонном возрасте – 55%. Поэтому вода придает силы, а соответственно раскрывает интеллектуальный и творческий потенциал.

4. Воду можно принимать как во внутрь, так и использовать внешне (либо комплексно). Можно просто умыться прохладной водой (помыть руки, лицо), понаблюдать за стекающими струями воды.

5. В состоянии сильного возбуждения рекомендуется при возможности выйти из помещения (в другую комнату/ кабинет или на улицу). Бывает, что в небольшом помещении сконцентрировано сильное напряжение, которое передается как массовое заражение. Достаточно изменить местопо-

ложение, особенно выйти на открытое пространство («свежий воздух»), как некая отрицательная энергетика если не исчезает, то снижается.

6. Также хорошо работают приемы визуализации (яркого образного представления задуманного, словно это происходит в реальности), когда предлагается представить, что цель уже достигнута и необходимо сделать совсем немного: написать тест, выполнить определенное задание. Ощущение внутренней уверенности в благополучном исходе события, в представлении данного события как уже свершившегося невероятным образом позволяет организму настроиться на успех и, как правило, достичь его.

7. Лучше всего в стрессовой ситуации работает прием позитивного мышления, когда каждая ситуация рассматривается с положительной стороны (что бы ни происходило). При этом даже негативные моменты принимаются с благодарностью как некий обучающий опыт, позволяющий добиться успехов если не в данный момент, то в ближайшем будущем.

Таким образом, применение данных универсальных рекомендаций позволит нормализовать эмоциональное состояние как ученику, так и педагогу. Причем не только в ситуации конкурсного испытания. Данный опыт и использование описанных рекомендаций в целом способствует формированию жизнеутверждающей позиции, позитивного мышления, оптимистического настроения. Учеными доказано, что в таком состоянии человек действует без ограничений, нацелен только на благополучный исход, который, как правило, он и получает. Если у одаренного старшеклассника сформировать данный стиль жизни, он добьется многого, будет защищен от жизненных неурядиц, сможет противостоять трудностям. А это умение гораздо важнее, чем какая-либо победа в конкурсе.

Тем не менее участие в различных олимпиадах и конкурсах – это хороший тренинг для старшеклассника, сильная школа подготовки ко взрослой серьезной и самостоятельной жизни. Поэтому очень важно старшекласснику с явной или потенциальной одаренностью пробовать себя на научном поприще, научиться спокойно принимать как поражения, так и победы. Не доходить до отчаяния в первом случае и до состояния неконтролируемой эйфории – во втором. Потому что во взрослой жизни также будут и победы и разочарования, которые необходимо учиться принимать адекватно.

Здесь опять же большая роль отводится взрослому. Если требовать от ученика только побед, он не выдержит такого напряжения и «сорвется». Также нельзя критиковать ребенка после конкурсного испытания (если оно прошло не совсем удачно). Если критика и присутствует, то она должна носить характер надежды, поддержки, а не осуждения. Таким образом, поддержка одаренного старшеклассника со стороны педагога позволяет более успешно справиться не только с конкурсными испытаниями, но и подготовиться ко взрослой жизни, настроиться на активную, самостоятельную и позитивную деятельность.

Список литературы

1. Андреева Н.Ю. Особенности развития одаренности учащихся / Н.Ю. Андреева, Д.Ф. Ильясов // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 3; URL: <http://www.science-education.ru/103-6277> (дата обращения: 21.05.2012).
2. Гильбух Ю.З. Умственно одаренный ребенок. Киев, 1993. – С. 150.
3. Ильин А. Н. Природа лидерской одаренности: дис. ... канд. филос. наук: 09.00.01. – Уфа, 2009 – 156 с.
4. Климонтова Т.А. Самоорганизация внутреннего мира интеллектуально одаренных старшеклассников: структура и функционирование: автореф. дисс. д-ра. психол. наук: 19.00.01. – Ярославль, 2013.
5. Лейтес Н.С. Возрастная одаренность и индивидуальные различия. – М.: «Институт практической психологии», Воронеж: «НПО МОДЭК», 1997. – 448 с.
6. Ленкова А.А. Развитие дивергентного мышления творчески одаренных младших школьников средствами ТРИЗ технологий / А.А. Ленкова, Д.Ф. Ильясов // Письма в Эмиссия. Оффлайн (The Emissia. Offline Letters): электронный научный журнал. – Март 2012, ART 1632. – СПб., 2011 г. – URL: <http://www.emissia.org/offline/2011/1765.htm> (дата обращения: 21.05.2012) (дата обращения: 21.03.2012).
7. Рабочая концепция одаренности / отв. ред. Д.Б. Богоявленская, – 2-е изд., расш. и перераб. – М., 2003.
8. Савенков А.И. Развитие детской одаренности в условиях образования [Электронный ресурс]: Дис. ... д-ра. психол. наук: 19.00.13 : М. – РГБ, 2003.
9. Селиванова Е.А. Психолого-педагогическое сопровождение одаренных старшеклассников и педагогов-тьюторов при подготовке к олимпиаде / Е.А. Селиванова, Н.Ю. Андреева // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 2; URL: <http://www.science-education.ru/116-12034>
10. Федорова С.А. Педагогическая поддержка личностного саморазвития одаренных старшеклассников: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01. – Ставрополь, 2006. – 159 с.
11. Юркевич В.С. Одаренный ребенок: иллюзии и реальность. Кн. Для учителей и родителей. – М.: «Просвещение», 1996 – 136 с.

References

1. Andreeva N.Yu., Ilyasov D.F. Peculiarities of Gifted Students' Development // Modern Problems of Science and Education. 2012. no 3; URL: <http://www.science-education.ru/103-6277> (Accessed: 21.05.2012).
2. Gil'bukh Yu.Z. Intellectually Gifted Child. Kiev, 1993. – 150 p.

3. Il'in A.N. Nature of Leadership Giftedness: Author's Thesis: dis. ... kand. filol. Nauk : 09.00.01. – Ufa, 2009. – 156 p.
4. Klimontova T.A. Self-organization of Inner World of Gifted Upper-Form Pupils: Structure and Functioning : Author's Thesis : 19.00.01. – Yaroslavl', 2013.
5. Leytes N.S. Age Giftedness and Individual Differences. M., Voronezh, 1997. – 448 p.
6. Lenkova A.A., Il'yasov D.F. The Development of Divergent Thinking of Creatively Gifted Younger Schoolchildren by means of TIPS // The Emissia. Offline Letters. – 2012, ART 1632. SPb., 2011. – URL: <http://www.emissia.org/offline/2011/1765.htm> (Accessed: 21.05.2012).
7. Bogoyavlenskaya D.B. Operational Concept of Giftedness. M., 2003.
8. Savenkov A.I. Development of Children's Giftedness under the Conditions of Education: Author's Thesis: 19.00.13. M., 2003.
9. Selivanova E.A., Andreeva N.Yu. Psycho-Pedagogical Support to Gifted Upper-Form Pupils and Tutors during Preparation for Academic Competitions: Modern Problems of Science and Education. 2014, № 2; URL: <http://www.science-education.ru/116-12034>.
10. Fedorova S.A. Pedagogical Support to Personal Self-Development of Gifted Upper-Form Pupils: Author's Thesis: 13.00.01. Stavropol', 2006. 159 p.
11. Yurkevich V.S. Gifted Child: Illusions and Reality. Book for Teachers and Parents. – M., 1996. – 136 p.

Рецензенты:

Зуева Ф.А., д.п.н., руководитель отдела научно-исследовательской работы, ГБОУ ДПО «Челябинский институт переподготовки и повышения квалификации работников образования», г. Челябинск;

Дочкин С.А., д.п.н., профессор, начальник экспертно-аналитического отдела Института дополнительного профессионального образования, ФГБОУ ВПО «Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева», г. Кемерово.

Работа поступила в редакцию 05.12.2014.

УДК 796.015.6

УПРАВЛЕНИЕ ТРЕНИРОВОЧНЫМ ПРОЦЕССОМ СПОРТСМЕНОВ В СПОРТЕ ВЫСШИХ ДОСТИЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ХАРАКТЕРИСТИК ВАРИАБЕЛЬНОСТИ РИТМА СЕРДЦА

¹Марков К.К., ²Сивохов В.Л., ³Иванова О.А., ⁴Семенов Д.А.

¹ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, e-mail: k_markov@mail.ru;

²Центр спортивной подготовки сборных команд, Иркутск, e-mail: esivohova@mail.ru;

³Центр медико-биологических исследований НИ ИргТУ, Иркутск, e-mail: esivohova@mail.ru;

⁴Институт повышения квалификации Министерства спорта, Красноярск, e-mail: dasem@mail.ru

В работе рассмотрены основные тенденции развития современного спорта высших достижений и уточнены базовые характеристики спортивной деятельности спортсменов, определяющие направления совершенствования тренировочного процесса на основе совершенной адаптации организма спортсмена к тренировочным нагрузкам. Сформулированы основные концепции совершенствования тренировочного процесса с применением высококонцентрированных тренировочных нагрузок и их последовательным развитием в специализированных мезоциклах для накопления потенциала, его преобразования в специфическую подготовленность и успешную реализацию в соревнованиях. Изучено воздействие субмаксимальных физических нагрузок на показатели регуляторных механизмов сердечной деятельности, сдвиги показателей функционирования которой с помощью анализа variability ритма сердца определяют адекватность реакции организма на нагрузку и расходование функциональных резервов для достижения высокой работоспособности. Разработаны критерии оценки адаптационных возможностей спортсмена по шеститочечной шкале и практические рекомендации по дальнейшему содержанию и коррекции тренировочного режима спортсмена.

Ключевые слова: спортивная тренировка, variability ритма сердца, спектральный анализ, адаптация, кардиоинтервалография, функциональный резерв

TRAINING PROCESS MANAGING OF ATHLETES IN THE HIGHER ACHIEVEMENTS SPORTS ON THE BASIS OF AN ANALYSIS OF THE HEART RATE VARIABILITY CHARACTERISTICS

¹Markov K.K., ²Sivokhov V.L., ³Ivanova O.A., ⁴Semenov D.A.

¹Siberian Federal University, Krasnoyarsk, e-mail: k_markov@mail.ru;

²Centre sports training teams, Irkutsk, e-mail: esivohova@mail.ru;

³Centre biomedical research, Irkutsk, e-mail: esivohova@mail.ru;

⁴Sport Ministry Institute of advanced training, Krasnoyarsk, e-mail: dasem@mail.ru

We considered the basic tendencies of modern sports development of the higher achievements and specified base characteristics of the sportsmen sports activity, defining directions of training process perfection for perfect adaptation of the sportsman organism to training loadings. The basic concepts of training process perfection with application high concentration training loadings and their consecutive development in specialised mesocycles for accumulation of potential, its transformation to specific readiness and successful realisation in competitions are formulated. Influence of the submaximum physical activities on indicators regulatory mechanisms of heart activity is studied, shifts of which indicators of functioning by means of the analysis of variability of a rhythm of heart define adequacy of reaction of an organism on loading and an expenditure of functional reserves for achievement of high working capacity. Criteria of the sportsman adaptable possibilities estimation on a six-point scale and practical recommendations about the further maintenance and correction of a training mode of the sportsman are developed.

Keywords: athletic training, heart rate variability, spectral analysis, adaptation, kardiointervalografia, functional reserve

Современный спорт высших достижений в последние годы претерпел существенные изменения, которые значительно влияют на содержание и организацию подготовки спортсменов и ставят перед ними и тренерами сложные задачи повышения спортивного мастерства, требующие совершенствования системы подготовки спортсменов высшей квалификации. Рост числа соревнований и их высокая напряженность борьбы значительно повысили требования к качеству и стабильности мастерства спортсменов в условиях частых и ответственных стартов. Практически большинство видов спорта приобрело всесезонный характер, исключая достаточно длительный подготовительный период базовой подготовки.

Указанные особенности резко изменили баланс времени в годовом цикле подготовки между соревновательной и тренировочной деятельностью спортсмена, в том числе и на восстановительные процессы, в которых реализуются адаптационные изменения физиологических систем организма и выявляются кумулятивные тренировочные эффекты для полноценной реализации адаптационных возможностей организма спортсмена на основе рациональной взаимосвязи между затратами и восстановлением его энергетических ресурсов. Кумулятивный эффект долгосрочного тренировочного процесса является главным фактором, который в значительной степени определяет успех спортсмена.

Он определяется физиологическими и биохимическими изменениями в состоянии спортсменов, специфическими переменными подготовленности спортсменов и спортивным результатом [5; 6].

Современная тренировочная практика ответила на указанные вызовы значительным изменением ряда тренерских концепций, в числе которых, прежде всего, – высокая концентрация тренировочных нагрузок, так как только тренировочные нагрузки высокой концентрации являются достаточным раздражителем для увеличения двигательного потенциала спортсменов высокой квалификации. В свою очередь, концентрированная тренировочная нагрузка требует минимизации количества качеств, развиваемых одновременно, и только последовательное их развитие – единственный возможный подход, особенно в видах спорта с достаточно широким спектром специфических способностей. И наконец, успешная реализация совершенной адаптации организма к такому сложному тренировочному процессу требует применения специализированных мезоцикловых блоков, подобранных так, чтобы последовательно произвести один из трех разных эффектов: накопление потенциала в базовых двигательных и технических навыках, преобразование двигательного потенциала в специфическую по виду спорта подготовленность и ее реализацию в соревновании.

Тренировочный процесс как объект управления

Суть управления в общем смысле состоит в изменении управляемого объекта согласно заданным критериям его эффективного функционирования, и для практической реализации идеи управления в первую очередь необходимо конкретное представление о состоянии управляемого объекта и его закономерных переходах из одного состояния в другое. Тренировочный процесс организуется в соответствии с определенными целевыми задачами, которые конкретно выражаются в задаваемой величине роста спортивного результата и обуславливают необходимую для их реализации программу тренировки, и величина прироста спортивного результата – это критерий эффективности тренировки. Спортивный результат есть продукт организованного комплекса внешних взаимодействий спортсмена. Поэтому комплекс внешних взаимодействий спортсмена, присущий соревновательной деятельности, следует выделить в качестве первого объекта управления в системе спортивной тренировки.

Комплекс внешних взаимодействий может быть организован тем эффективнее, чем

выше моторный потенциал спортсмена, поэтому в ходе подготовки спортсменов стремятся к совершенствованию своих двигательных возможностей и повышению уровня специфической работоспособности. Состояние спортсмена, как текущую характеристику его моторного потенциала, следует выделить в качестве второго объекта управления в системе спортивной тренировки. В качестве управляющего начала – входа системы, ведущего к ее развитию, выступает программа тренировки, включающая в себя целевые задачи подготовки, мотивацию, направленность личности спортсмена и социальные факторы. Принципиальный смысл управления тренировочным процессом заключается в целенаправленном переводе ее на новый, более высокий и заранее запланированный функциональный уровень [5].

Контроль хода этого процесса обеспечивается путем оценки эффекта, достигаемого преимущественно на двух уровнях управления – на уровне состояния спортсмена (контроль за влиянием тренировочной нагрузки на состояние) и на уровне внешних взаимодействий спортсмена (контроль за изменением их характера в результате изменения состояния). Роль передаточной функции между составляющими комплексного управляемого объекта выполняют тренирующий потенциал и тренировочный эффект нагрузки. Под тренирующим потенциалом нагрузки понимается содержащаяся в ней возможность вызвать функциональную приспособительную реакцию организма спортсмена и соответствующие изменения в его состоянии, а, следовательно, и в комплексе его внешних взаимодействий. Тренирующий потенциал нагрузки – понятие относительное, его следует рассматривать и оценивать в соответствии с текущим состоянием спортсмена. Оценка тренирующего потенциала нагрузки означает предвидение (прогноз) того тренировочного эффекта, который она может обеспечить в каждом конкретном случае. Тренировочный эффект определяется устойчивыми функциональными сдвигами в организме спортсмена в результате тренировочной нагрузки. В его основе лежит кумуляция организмом следов, оставляемых всем комплексом тренирующих воздействий [5; 6].

В реальной практике тренеру необходимо принимать принципиально важные стратегические решения по организации тренировочного процесса, способам контроля и коррекции его хода. Для этого ему требуется объективно оценить конкретную ситуацию, глубоко проанализировать все многочисленные варианты решения, предусмотреть возможные исходы каждого из них и выбрать наиболее приемлемый. Для такой

объективной оценки состояния всех компонентов подготовки необходимы информативные, надежные и практически реализуемые в любых условиях тренировочной и соревновательной деятельности средства и методы диагностики функционального состояния спортсмена. Одним из таких направлений является использование характеристик сердечно-сосудистой деятельности, одной из наиболее распространенных является частота сердечных сокращений и в частности ее вариабельность. В последние годы при оценке функционального состояния спортсменов все более популярным становится анализ вариабельности ритма сердца (BPC), являющийся простым, неинвазивным и информативным методом исследования воздействия вегетативной нервной системы на функцию сердечной деятельности [1; 4; 8; 9].

По мнению многих авторов, BPC является интегральным показателем функционального состояния сердечно-сосудистой системы и организма в целом [2; 3; 9]. Ухудшение показателей BPC предшествует гематологическим, метаболическим и энергетическим нарушениям и является наиболее ранним прогностическим признаком неблагоприятия состояния обследуемого [1; 9]. Этим можно объяснить повышенный интерес исследователей к использованию методов оценки BPC в спортивной медицине [7; 9]. Между тем, в настоящее время, существуют лишь единичные работы по анализу BPC после физических нагрузок, позволяющих определять степень адаптации и расходование резервов с целью оценки функционального состояния организма спортсменов и коррекции тренировочного процесса [8; 9].

Цель исследования

Анализ показателей BPC до и после теста с нагрузкой субмаксимальной интенсивности (PWC_{170}) с целью коррекции тренировочного процесса.

Материалы и методы исследования

Под наблюдением находились ведущие спортсмены первого разряда, кандидаты в мастера спорта, мастера спорта и мастера спорта международного класса по легкой атлетике, конькобежному спорту, лыжным гонкам, плаванию, художественной гимнастике, волейболу, баскетболу, футболу, хоккею с мячом: более 500 исследований в данных видах спорта.

Физическая работоспособность в субмаксимальной зоне интенсивности нагрузки определялась тестом PWC_{170} . Этот тест рекомендован Всемирной Организацией Здравоохранения (ВОЗ) не только для спортсменов, но и для обычных людей, даже с заболеваниями сердечно-сосудистой системы [9]. Тестирование проводилось в зависимости от вида спорта либо на тредбане – Cadiosoft-T-2100 (США), либо на велоэргометре Tunturi E-260 (Финляндия) с синхронной записью ЭКГ. Анализ BPC осуществлялся с помощью аппаратно-програмного комплекса Omegawave (США).

Анализировались показатели работоспособности – PWC_{170} и $PWC_{170/кг}$ (кгм/мин), индекс восстановления (ИВ) в усл. ед., скорость восстановления по пульсу ударов в минуту [8]. Анализ BPC проводился методом кардиоинтервалографии (HVR) в трех стандартных отведениях в положении «лежа», до и через 5 мин после нагрузки.

Оценивались основные показатели спектрального анализа BPC:

- общая мощность (Total Power, TP) и ее составляющие в процентах;

- мощность высокочастотного компонента спектра (High Frequency, HF), характеризующая воздействие на синусовый узел парасимпатического отдела вегетативной нервной системы и сопряженная с дыхательными волнами;

- мощность низкочастотного компонента спектра (Low Frequency, LF) – связана с активностью постганглионарных симпатических волокон и отражает модуляцию ритма сердца симпатического отдела вегетативной нервной системы [8].

Природа мощности низкочастотного компонента спектра (VLF) в настоящее время остается наименее изученной. Согласно некоторым источникам [8] VLF характеризует влияние высших корковых вегетативных центров на сердечно-сосудистый подкорковый центр и может быть использован как надежный маркер степени связи автономных (сегментарных) уровней регуляции кровообращения с надсегментарными. Увеличение их значений является вегетативным коррелятором тревоги и наблюдается при психоэмоциональных нагрузках и стрессе [2; 3; 7]. По нашим наблюдениям высокий уровень VLF регистрировался при повышенном артериальном давлении и гипертонической реакцией на нагрузку.

Оценивается вклад указанных компонентов в общую мощность спектра (TP) в процентах, а также мощность LF и HF волн в нормализованных единицах и соотношение LF/HF. Снижение значения соотношения LF/HF расценивается как повышение функционального резерва у спортсменов [8; 9].

Из параметров кардиоинтервалографии (КИГ, HVR) использовался интегральный показатель – индекс напряжения Баевского (ИН, Si) [8; 9].

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ BPC через 5 минут восстановительного периода после проведенного нагрузочного теста PWC_{170} сравнивался с показателями до нагрузки, оценивался по 6–балльной системе по следующим критериям с выдачей рекомендаций тренеру по оптимальному управлению тренировочным процессом спортсмена и его корректировке:

6 баллов: Адаптация к субмаксимальной нагрузке адекватная, «суперкомпенсация», ИН ниже исходного; HF повышался; LF и VLF снижались, соотношение LF/HF 0,5 и менее; TP увеличивается.

При данной адаптации рекомендуются нагрузки без ограничений, желательны соревновательные.

5 баллов: Адаптация адекватная, ИН – близок к исходному, HF, LF и VLF, LF/HF и TP на прежних значениях.

Рекомендации по тренировке – без ограничений.

4 балла: Адаптация по ВРС адекватная, ИН увеличилась на не более 50%, LF и VLF повышены на не более, чем 50%, HF снижен не более 50%, LF/HF не более 1,5; TP снижен не более 50%.

Рекомендации – развивающие тренировки, без «стрессовых» нагрузок.

3 балла: Адаптация по ВРС неадекватная, ИН увеличивается на 100%, HF снижен до 100%, LF и VLF повышены до 100%, LF/HF до 2,0, TP снижен до 100%.

Рекомендации по тренировочному процессу – только поддерживающие тренировки.

2 балла: Адаптация по ВРС неадекватная, предстрессовое состояние, ИН повышен более 100%, HF снижен более 100%, LF и VLF повышены более 100%, TP снижен более, чем в 2 раза.

Рекомендации по тренировке – только восстановительные нагрузки, фармакологическая коррекция.

1 балл: Адаптация по ВРС неадекватная, стресс, ИН увеличивается в 10 раз, HF снижен более 200%, LF и VLF повышен на более 200%, LF/HF более 3,0, TP снижен в 3 раза.

Рекомендации – дополнительное обследование, отдых, фармакоррекция.

Выводы

Математический анализ variability ритма сердца до и после субмаксимальной физической нагрузки позволяет определять:

- степень готовности организма спортсменов к тренировкам и соревнованиям;
- наличие или отсутствие функциональных резервов;
- «себестоимость» физической нагрузки для организма;
- динамику тренированности спортсменов;
- диагностику скрытых нарушений сердечного ритма;
- предболезненное или болезненное состояние.

Данный объем исследований позволяет:

- проводить диагностику долговременной адаптации организма к физическим и психоэмоциональным нагрузкам;
- оценивать функциональное состояние и адаптационные возможности организма;
- определять диапазон приспособительных реакций;
- отслеживать явление перетренированности;
- корректировать тренировочный процесс;
- оценивать эффективность восстановительных мероприятий;
- проводить отбор юных спортсменов в видах спорта, связанных с преобладанием выносливости;

• заменять такие инвазивные и дорогостоящие методы, как биохимические анализы крови на лактат, кортизол, тестостерон.

Список литературы

1. Баевский Р.М. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиологических систем: методические рекомендации. – М., 2002. – 53 с.
2. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. – М.: Медицина, 1997. – 265 с.
3. Баевский Р.М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. – М.: Наука, 1984. – 219 с.
4. Бань А.С., Горностаева В.К. Variability ритма сердца профессиональных спортсменов игровых видов спорта. Белорусская академия последипломного образования, НИИ физической культуры и спорта. Республика Беларусь, 2012. – 8 с.
5. Верхошанский Ю.В. Программирование и организация тренировочного процесса. – М.: ФиС, 1985. – 175 с.
6. Иссурин В.Б. Блоковая периодизация спортивной тренировки. – М.: Советский спорт, 2010. – 288 с.
7. Кудре О.Н. Влияние физических нагрузок разной направленности на variability сердечного ритма спортсменов. Бюллетень сибирской медицины – Томск, 2009. – № 1. – С. 36–42.
8. Михайлов В.М. Variability ритма сердца: опыт применения метода. – Иваново, 2002. – 290 с.
9. Сивохов В.Л., Сивохова Е.Л., Миролевич Д.В. Современное медико-биологическое обеспечение занимающихся физической культурой и спортом. Иркутск. Центр медико-биологических исследований ИрГТУ, 2010. – 164 с.

Referenses

1. Baevsky R.M. Analysis of variability of a heart rhythm at use of various electrocardiological systems: methodical recommendations. M., 2002. 53 p.
2. Baevsky R.M., Berseneva A.P. Estimation of adaptable possibilities of an organism and risk of development of diseases. M.: Medicine, 1997. 265 p.
3. Baevsky R.M. The Mathematical analysis of changes of a heart rhythm at stress. M.: Science, 1984. 219 p.
4. Ban A.S., Gornostaeva V.K. Variability of a rhythm of heart of professional sportsmen of game sports. The Belarus academy physical training and sports scientific research institute. Byelorussia, 2012. 8 p.
5. Verkhoshansky Ju.V. Programming and organisation of training process. M.: FIS, 1985. 175 p.
6. Issurin V.B. Blok periodization of sports training. M.: Soviet sports, 2010. 288 p.
7. Kudre O.N. Influence of physical activities of a different orientation on variability of a heart rhythm of sportsmen. The bulletin of the Siberian medicine. Tomsk. 2009. no 1. pp. 36–42.
8. Mikhaylov V.M. Variability of a heart rhythm: experience of a method application. Ivanovo, 2002. 290 p.
9. Sivokhov V.L., Sivokhova E.L., Mirolevich D.V. Modern medical and biologic maintenance engaged in physical training and sports. Irkutsk. The centre of medical and biologic researches of IrGTU, 2010. 164 p.

Рецензенты:

Пономарев В.В., д.п.н., профессор, заведующий кафедрой физической культуры и валлеологии Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск;

Сидоров Л.К., д.п.н., профессор, заведующий кафедрой теоретических основ физической культуры Красноярского государственного педагогического университета, г. Красноярск.

Работа поступила в редакцию 05.12.2014.

УДК [373+378] (082)

ГРАДАЦИЯ УРОВНЕЙ СТАНОВЛЕНИЯ ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ У ОБУЧАЮЩИХСЯ

Носов А.Г.

*ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»,
Саратов, e-mail: tooalexander@mail.ru*

Подчеркивается актуальность изучения феномена здорового образа жизни на современном этапе развития общества. Приводится авторское понимание термина «здоровье» и «здоровый образ жизни». Отмечается наличие стадий приобщения к здоровому образу жизни среди различных социальных групп, проводится анализ современного критериального аппарата, позволяющего определять степень сформированности отдельных компонентов здорового образа жизни. Приводится компонентный состав становления здорового образа жизни у обучающихся. На основании проведенного анализа определены следующие критерии и показатели становления здорового образа жизни обучающихся: принятие здоровья и здорового образа жизни как ценности; наличие необходимых знаний о здоровье и здоровом образе жизни; индивидуализация здорового образа жизни. Итогами текущего исследования стало выделение трех уровней становления здорового образа жизни у обучающихся: объектно-пассивного – низкого, объектно-активного – среднего, субъектно-го – высокого.

Ключевые слова: здоровье, здоровый образ жизни, становление, критерии и показатели становления здорового образа жизни

THE GRADATION LEVELS OF FORMATION OF HEALTHY LIFESTYLE AMONG STUDENTS

Nosov A.G.

Saratov State University n.a. N.G. Chernyshevsky, Saratov, e-mail: tooalexander@mail.ru

Highlights the relevance of studying the phenomenon of a healthy lifestyle at the present stage of development of society. Is the author's understanding of the term «health» and «healthy lifestyle». Noted is the existence of stages of initiation to a healthy lifestyle among different social groups. Pro-usual analysis of the current criteria device, allowing to determine the extent of busi-motivated individual components of a healthy lifestyle. Given the composition of the creating of a healthy lifestyle among students. On the basis of the conducted analysis identified following criteria and indicators of formation of healthy lifestyle of students: the adoption of health and healthy lifestyle as values; the presence of adequate knowledge about health and healthy lifestyles; the individualization of a healthy lifestyle. The results of the current study was the selection of three levels of formation of healthy lifestyle among students: an object-passive – low, object-active medium, the subject is high.

Keywords: health, healthy lifestyle, becoming, criteria and indicators of formation of a healthy lifestyle

Актуальность изучения феномена здорового образа жизни в цивилизованном обществе по-прежнему неоспорима. Являясь панацеей от хронических и сезонных заболеваний, а также доминирующим фактором сохранения важнейшей социальной ценности – здоровья, здоровый образ жизни по сути представляет собой культурное достояние человечества.

Каждый автор, анализируя в своей работе термин «здоровье» и понятие «здоровый образ жизни» трактует их смысл исходя из своего образования, научных интересов, социокультурной ситуации и прочих факторов, среди которых как объективные обстоятельства, так и субъективная точка зрения. Мы рассматриваем в данной работе здоровую жизнедеятельность человека с позиций педагогической науки. Определяя здоровье человека как его способность к дальнейшему развитию в физическом, психическом и духовном направлениях, под здоровым образом жизни мы будем понимать деятельность, мотивом которой служит сохранение и приумножение здоровья за счет

соответствующего поведения. Отметим, что поведение и привычки будут обусловлены множеством факторов, способных как обобщить людей, ведущих здоровый образ жизни в одну социальную группу, так и разделить их на разные социальные категории.

Сам процесс приобщения к здоровому образу жизни в современном обществе разделен сегодня учеными на стадию формирования основ, становление и последующее развитие данного феномена человеческой деятельности. Чтобы сузить научные изыскания и ввести конкретику в данной работе мы рассмотрим феномен становления здорового образа жизни у такой социальной категории как обучающиеся. Отметим также, что процесс обучения в большей степени присущ молодому поколению. Молодежь по определению это социальная группа, ограниченная возрастом 14–35 лет.

Становление здорового образа жизни у обучающихся, заявленное в названии данной работы, – эволюционный процесс личностного роста, основанный на идеях организации здоровой жизнедеятельности

молодежи. Сущность данного явления предполагает сформированность ценностно-смыслового, информационно-содержательного и индивидуально-деятельностного компонентов, содержание которых раскрыто нами в предыдущих работах [4]. Для определения же динамики процесса становления здорового образа жизни у обучающихся при организации его в различных учреждениях необходимо опираться на педагогический инструментарий. В данном случае возникает **проблема**, заключающаяся в отсутствии четкой научно обоснованной градации, включающей в себя критерии, показатели и уровни становления здорового образа жизни у обучающихся, что и определило предмет текущего исследования, обозначив следующую задачу: выявить и описать критериальный аппарат данного явления.

При определении уровней, критериев и показателей становления здорового образа жизни мы основывались на работах Е.Н. Большаковой, С.А. Закопайло, М.А. Лоскутова, О.А. Малыгиной, Е.А. Пипко, Д.Ю. Сорокина, В.М. Сорокиной, Е.Б. Черниковой и др.

Отметим, что в работах Е.А. Пипко обоснованы следующие критерии сформированности здорового образа жизни студентов: когнитивный (основывается на полноте и прочности усвоения знаний; полноте и прочности овладения умениями; принятии знаний на личностном уровне); эмоционально-волевой (представлен следующими показателями: качеством отношений к таким видам деятельности, которые обеспечивают здоровый образ жизни; эмоциональная устойчивость, преодоление трудностей на эмоционально-положительном фоне в достижении различных целей; волевая регуляция поведения; стремление к саморазвитию, самосовершенствованию и самовоспитанию); поведенческий, который включает выполнение различных рекомендаций по здоровому образу жизни; выполнение необходимого двигательного режима; оптимизацию уровня работоспособности; улучшение сна, аппетита и активности [5].

Показатели сформированности здорового образа жизни, выделенные Е.Н. Большаковой, включают в себя систему гуманистических ценностей и жизненных целей; морально-нравственные и правовые ориентации в сфере здоровья и безопасности; ценностные установки на здоровье и здоровый образ жизни; активную жизненную позицию; мотивацию достижения успеха в сфере здоровьесберегающей деятельности [1].

В работах О.А. Малыгиной, посвященных здоровой жизнедеятельности обучающихся, автор описывает следующие

критерии и показатели сформированности здорового образа жизни: мотивационный (предполагающий желание вести здоровый образ жизни, уровень мотивации к ведению здорового образа жизни); когнитивный (знания, связанные со здоровым образом жизни); предметно-практический (показателями являются умения и навыки по основным направлениям здорового образа жизни); эмоциональный (уровень тревожности подростка, поскольку именно он определяет устойчивость нервно-психических процессов и определяет, насколько эффективными будут воздействия, направленные на подростка во время воспитательной работы) [2].

На основании изученных литературных источников нами были определены следующие критерии и показатели становления здорового образа жизни обучающихся: принятие здоровья и здорового образа жизни как ценности; наличие необходимых знаний о здоровье и здоровом образе жизни; индивидуализация здорового образа жизни.

Такой критерий как принятие здоровья и здорового образа жизни как ценности, определяется следующими показателями: осознание здоровья как ценности, отношение к здоровому образу жизни как к потребности.

Следующий критерий, обозначенный нами как наличие необходимых знаний о здоровье и здоровом образе жизни предполагает следующие показатели: бытийные и научные знания о внутренней и внешней среде, о потребностях человека и их влиянии на образ жизни, понимание зависимости здоровья от образа жизни, знание своих особенностей и способностей.

Критерий, определенный нами как индивидуализация здорового образа жизни, включает в себя такие показатели, как организация жизнедеятельности с учетом здорового образа жизни и индивидуальной траектории становления здорового образа жизни. Степень реализации индивидуальной траектории становления здорового образа жизни – физическая подготовленность.

Продолжая исследование, проанализируем ряд научных работ, содержащих описание уровней сформированности здорового образа жизни у обучающихся.

Рассматривая сформированность здорового образа жизни у старшеклассников и студентов, С.А. Закопайло, Д.Ю. Сорокин и В.М. Сорокина определяют три уровня данного феномена: высокий, средний и низкий. В своих трудах М.А. Лоскутов и Е.Б. Черникова обоюдно используют уровеньный подход, однако рассматривают различное их количество: три и четыре соответственно. Е.А. Пипко описывает четыре уровня сформированности мотивационно-

ценностного компонента здорового образа жизни студентов: критический, вербально-репродуктивный, репродуктивно-продуктивный, продуктивный.

При рассмотрении вопросов формирования культуры здорового и безопасного образа жизни Е.Н. Большакова выделяет три уровня. Высокий уровень данной культуры характеризуется автором как гармоничное развитие всех компонентов, обеспечивающих здоровьесберегающее и безопасное поведение обучающегося. На этом уровне четко выражены ответственное отношение к сохранению здоровья и жизни, интерес и мотивация к изучению различных вопросов здорового образа жизни. Наблюдается присутствие динамичной системы знаний по вопросам безопасности и здоровья, логически взаимосвязанной с системой социальных и психологических знаний. Сформирован комплекс умений высокопродуктивной деятельности и навыков самоконтроля в сфере здорового образа жизни. Обучающиеся, обладающие высоким уровнем культуры здоровья, инициативны и активны в здоровьесберегающем процессе, у них наблюдается способность к научно-исследовательской и продуктивной творческой деятельности по данному направлению.

Средний уровень сформированности культуры обеспечивается выполнением большинства стандартных требований в сфере здоровьесберегающей деятельности. На этом уровне у обучающихся сформированы ценности здорового образа жизни наравне с ценностями другого порядка. Отношение к сохранению здоровья ответственное, но проявляется не всегда. Мотивация к здоровьесберегающей деятельности носит прагматический характер. Преобладает периодический интерес к проблемам здоровья и здорового образа жизни. Среднее владение знаниями, умениями и навыками сохранения здоровья и безопасности.

На низком уровне сформированности культуры здорового образа жизни преобладает начальная степень развития ее компонентов. Наблюдается ситуативный интерес к проблемам здорового образа жизни. Отмечается фрагментарность и нелогичность в знаниях проблем здоровья. Не развиты самоорганизация, самоконтроль и самооценка. Обучающиеся на этом уровне сформированности культуры здоровья хотя и признают важность формирования здорового и безопасного образа жизни, но зачастую не проявляют необходимой активности в данном процессе [1].

В работах, опубликованных ранее, мы отмечали, что процесс становления здорового образа жизни у обучающихся отличен от подобных (например от формирования

здоровой жизнедеятельности у школьников) степенью ответственности субъекта за индивидуальную деятельность по сбережению здоровья. Выражаясь в индивидуальной траектории становления здорового образа жизни, деятельность по ее разработке и дальнейшей реализации может говорить о том или ином уровне собственно становления здорового образа жизни у обучающегося [3].

Подводя итоги текущего исследования, выделим три уровня становления здорового образа жизни обучающихся: объектно-пассивный (низкий), объектно-активный (средний), субъектный (высокий).

Объектно-пассивный (низкий) уровень включает в себя: критерий принятия здоровья и здорового образа жизни как ценности; – здоровье в иерархии ценностей на низком уровне после материальных благ; отношение к своему здоровью носит потребительский характер, не наблюдается забота о его сохранении; – здоровый образ жизни отвергается, не осознается его необходимость; не наблюдается интерес к изучению и реализации средств сохранения здоровья. Критерий наличия необходимых знаний о здоровье и здоровом образе жизни; – слабые представления о работе человеческого организма и о факторах, влияющих на здоровье; фрагментарные знания об элементах, составляющих здоровый образ жизни и о потребностях человека; – незнание своих антропометрических данных и особенностей нервной системы; непонимание влияния индивидуальных особенностей организма на образ жизни и состояние здоровья. Критерий индивидуализации здорового образа жизни; – не ведется разработка индивидуальной траектории становления здорового образа жизни, множество вредных привычек; отсутствуют навыки планирования в вопросах здорового образа жизни, отсутствует желание изменить свой образ жизни; – нет долгосрочных и краткосрочных жизненных целей, жизнедеятельность не организована; слабая физическая подготовка (1–2 балла по 5-балльной шкале), наблюдается регресс.

Объектно-активный (средний) уровень включает в себя: критерий принятия здоровья и здорового образа жизни как ценности; – здоровье в иерархии ценностей не на высшем уровне, после материальных благ; отношение к своему здоровью носит нейтральный характер, наблюдается эпизодическая забота о его сохранении; – здоровый образ жизни воспринимается как «стихийное» явление, не осознается его необходимость и систематичность; наблюдается равнодушное отношение к изучению и реализации средств сохранения здоровья. Критерий наличия необходимых знаний о здоровье и здоровом образе жизни; – неполные

представления о работе человеческого организма и о факторах, влияющих на здоровье; частичные знания элементов здорового образа жизни и потребностей человека, не осознана логика здорового образа жизни; – частичное знание своих антропометрических данных и особенностей нервной системы; неполное понимание влияния индивидуальных особенностей организма на образ жизни и состояние здоровья. Критерий индивидуализации здорового образа жизни; – не ведется разработка индивидуальной траектории становления здорового образа жизни или она фрагментарна, есть вредные привычки; не развиты навыки планирования в вопросах здоровьесберегающей деятельности, слабое желание изменить свой образ жизни; – жизненные цели не учитывают важность сохранения здоровья, жизнедеятельность организована недостаточно; средняя физическая подготовка (3–4 баллов по 5-тибалльной шкале), не наблюдается прогресс.

Субъектный (высокий) уровень включает в себя: критерий принятия здоровья и здорового образа жизни как ценности; – здоровье в иерархии ценностей на высшем уровне; отношение к своему здоровью носит ответственный характер, наблюдается забота о его сохранении; – здоровый образ жизни воспринимается как потребность, осознается его важность; наблюдается активное отношение к изучению и реализации средств сохранения здоровья. Критерий наличия необходимых знаний о здоровье и здоровом образе жизни; – полные представления о работе человеческого организма и о факторах, влияющих на здоровье; полное знание элементов здорового образа жизни и потребностей человека, осознана логика здорового образа жизни; – знание своих антропометрических данных и особенностей нервной системы; понимание влияния индивидуальных особенностей организма на образ жизни и состояние здоровья. Критерий индивидуализации здорового образа жизни; – ведется разработка индивидуальной траектории становления здорового образа жизни, вредные привычки отсутствуют или ведется борьба с ними; развиты навыки планирования в вопросах здоровьесберегающей деятельности, наблюдается желание оптимизировать свой образ жизни; – жизненные цели учитывают важность сохранения здоровья, жизнедеятельность четко организована; хорошая физическая подготовка (4–5 баллов по 5-тибалльной шкале), наблюдается прогресс.

С учетом изложенного выше, данную работу можно завершить следующими выводами: критериальный аппарат для исследования процесса становления здорового образа жизни у обучающихся раскрыт и структурирован

нами согласно определенному ранее компонентному составу и авторскому пониманию феномена здорового образа жизни. Опираясь на полученные в текущем исследовании результаты, считаем логичным в дальнейшей работе разработать и научно обосновать диагностический инструментарий, позволяющий определять уровень становления здорового образа жизни у обучающихся, получая при этом достоверные результаты.

Список литературы

1. Большакова Е.Н. Требования к результатам освоения основных общеобразовательных программ с позиции формирования у обучающихся, воспитанников культуры здорового и безопасного образа жизни и соответствующих поведенческих стереотипов. [Электронный ресурс]. URL: <http://nsportal.ru/node/35312> (дата обращения 25.10.2014 г.).
2. Малыгина О.А. Моделирование процесса формирования здорового образа жизни у подростков // Ярославский педагогический вестник. – 2011. – Т. II, № 1. (Психолого-педагогические науки). – С. 41–43.
3. Носов А. Г. Сущность процесса разработки и реализации индивидуальной траектории становления здорового образа жизни / А. Г. Носов // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10 (часть 10). – С. 2282–2285.
4. Носов А.Г. Теоретико-концептуальный анализ компонентного состава здорового образа жизни в педагогической литературе / А.Г.Носов // Известия Саратовского государственного университета. Серия: акмеология образования, психология развития. – Саратов. – 2013. – № 1(5). – С. 118–123.
5. Пипко Е.А. Педагогические условия формирования мотивационно-ценностного компонента здорового образа жизни студентов в процессе обучения в вузе: диссертация кандидата педагогических наук (13.00.01) / Е.А. Пипко. – Ставрополь, 2007. – 191 с.

References

1. Bolshakova E.N. Requirements for the results of new programs from the perspective of the formation of the pupils of the culture of healthy and safe lifestyles and appropriate stereotypes. [Electronic resource]. URL: <http://nsportal.ru/node/35312> (date of access 25.10.2014).
2. Malygina O.A. Modeling of the process of formation of healthy life-neither in adolescents // Yaroslavl pedagogical Bulletin. 2011. no. 1. Volume II (Psycho-pedagogical science). – pp. 41–43.
3. Nosov A.G. The Essence of the process of developing and implementing individual trek-the history of formation of healthy lifestyle / A.G. Nosov // Fundamental research. 2013. no. 10 (part 10). pp. 2282–2285.
4. Nosov A.G. Theoretical-conceptual analysis of components of a healthy lifestyle in pedagogical literature / A.G. Nosov // Bulletin of the Saratov state University. Series: psychology of education, developmental psychology. Saratov. 2013. no. 1(5). – pp. 118–123.
5. Pipko E.A. Pedagogical conditions of formation of motivationally valuable component of a healthy lifestyle of students in the learning process in the University: thesis for the degree of candidate of pedagogical Sciences (13.00.01) / E.A. Pepco. Stavropol, 2007. 191 p.

Рецензенты:

Александрова Е.А., д.п.н., профессор кафедры методологии образования ФГБОУ ВПО «Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского», г. Саратов;

Рахимбаева И.Э., д.п.н., профессор, директор Института искусств ФГБОУ ВПО «Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского», г. Саратов.

Работа поступила в редакцию 05.12.2014.

УДК 373.016:78

КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ СОЧЕТАНИЕ ФОРМ ОБУЧЕНИЯ В СТАНОВЛЕНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ БУДУЩИХ ПЕДАГОГОВ МУЗЫКИ

Сергиенко И.Н.

*ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского»,
Саратов, e-mail: Siren.com@yandex.ru*

В статье рассмотрены результаты исследования потенциала форм музыкально-педагогического обучения и их влияние на повышение эффективности процесса становления профессиональной компетентности будущих педагогов музыки при условии компетентностно-ориентированного сочетания, основанного на развитии самоуправления, профессиональной ориентированности и интерактивности учебной деятельности. Данное сочетание представлено как поэтапная содержательно-детерминированная система использования традиционных, альтернативных, интерактивных и дополнительных форм обучения и занимает центральное место в специально разработанной и внедренной в учебный процесс авторской модели. Полученные результаты экспериментального исследования показали эффективность разработанной модели становления профессиональной компетентности будущих педагогов музыки при условии компетентностно-ориентированного сочетания форм обучения.

Ключевые слова: форма обучения, профессиональная компетентность, педагог музыки, музыкально-педагогическое обучение, компетентностный подход

COMPETENCE-ORIENTED COMBINATION OF TEACHING METHODS IN FORMATION OF PROFESSIONAL COMPETENCE OF FUTURE MUSIC TEACHERS

Sergienko I.N.

Saratov State University name of N.G. Chernyshevski, Saratov, e-mail: Siren.com@yandex.ru

The article analyses the results of a survey of musical pedagogical teaching methods and their influence on increasing the efficiency of professional competence of future music teachers in conditions of competence-oriented combination, based on development of self-administration, professional orientation and interactivity of educational process. This combination is represented as a step-by-step content determined system, which uses traditional, alternative, interactive and additional forms of teaching and holds the central place in a specially developed author's model, inserted into the educational process. The results of the experimental survey showed the efficiency of the model of formation of professional competence of future teachers in conditions of competence-oriented combination of teaching methods.

Keywords: teaching method, professional competence, music teacher, musical pedagogical education, competence-based approach

На современном этапе проблема компетентностно-ориентированного образования занимает лидирующее положение среди многочисленных исследований в области педагогики. В информационно-поисковых системах словосочетание «компетентностно-ориентированный» используется в комплексе с понятиями: подготовка (Гнатышина Е.А., Кузовенко О.Е., Тютин Д.В. и др.), процесс обучения (Беляков А.Ю., Докшанин С.А., Кобелева Е.П., Лызь А.Е., Лызь Н.А., Смагулова Г.К., Троицкая А.Ю. и др.), технология (Гостева Ю.Н., Калиновская Т.С., Каплунович Т.А., Каплунович С.И., Скрыпник В.П. и др.), мониторинг (Голяева Н.В.), образование (Берестнева О.Г., Иванкина Л.И., Каратаева Н.Г., Марухина О.В., Памятушева В.В., Плуженская Л.В. и др.), подход (Городничева А.С., Онкович Г.В., Щеголь В.И., Яковенко Н.В. и др.), задания (Клюева Г.А., Панкова О.А., Соколова Н.Н., Хорошко Е.И. и др.), образовательные программы (Иванов А.В., Колегова Е.Д., Шулаева О.В. и др.). При-

стальное внимание ученых к данной проблематике вызвано поиском путей реализации Болонского процесса, к которому Россия присоединилась в 2003 году, и по настоящее время продолжает реформирование системы высшего образования на компетентностной основе.

В целом образование на компетентностной основе предполагает ориентацию его результата на компетенции и компетентность [6], поэтому целью нашего исследования является построение такого сочетания форм обучения, которое будет способствовать становлению компетенций и компетентности у будущих педагогов музыки. В педагогике категория «форма обучения» освещена в трудах В.И. Андреева, В.В. Краевского, И.Я. Лернера, Б.Г. Лихачева, М.И. Махмутова, П.И. Пидкасистого, М.Н. Скаткина, С.Д. Смирнова, И.М. Чередова, но ограничена исследованием ее истории, этимологии понятия, классификацией и вопросами совершенствования. В диссертационных исследованиях последнего

десятилетия также разрабатываются вопросы оптимизации выбора форм (И.И. Тарадановой, Н.А. Черниковой, В.А. Щербини), педагогических условий применения форм (М.С. Борисовой, Т.А. Добрыниной), дидактических основ построения форм (Ю.Д. Апиш, Нурали Туни), гуманизации организационных форм (М.А. Молчановой). Несмотря на наличие большого количества исследований, в музыкальной педагогике практически отсутствуют комплексные эмпирические исследования, как в области форм обучения, так и в области организации процесса становления профессиональной компетентности будущего педагога музыки при условии компетентностно-ориентированного сочетания форм обучения. Опираясь на немногочисленные труды в области музыкального образования (А.П. Шапова, Г.В. Яковлевой), труды Т.Н. Добрыниной и С.Д. Смирнова, а также на анализ и наблюдение образовательного процесса в Институте искусств СГУ им. Н.Г. Чернышевского, нами была разработана классификация форм обучения, которая легла в основу компетентностно-ориентированного сочетания. В нее вошли традиционные, альтернативные, интерактивные и дополнительные формы.

Традиционные формы – исторически сложившиеся, широко применяемые до настоящего времени формы музыкально-педагогического профессионального обучения (информационная лекция, семинар, практикум, коллоквиум, индивидуальное и коллективное практические занятия, групповое теоретико-практическое занятие). Альтернативные формы – это преимущественно редко используемые традиционные формы, появившиеся под влиянием развивающего и интерактивного обучения и позволяющие преодолевать пассивность обучающихся (бинарные лекция и индивидуальное практическое занятие; проблемные лекция и индивидуальное практическое занятие; лекция с заранее запланированными ошибками; лекция, индивидуальное и коллективное практические занятия, групповое теоретико-практическое занятие с применением игровых методов; лекция пресс-конференция, лекция-беседа, индивидуальное практическое занятие мастер-класс, спецсеминар). Интерактивные формы – это формы интерактивного обучения, разработанные для музыкально-педагогического компетентностно-ориентированного образовательного процесса будущих педагогов музыки (игровое проектирование – «Высшая категория: портфолио педагога музыки, современный урок музыки»; круглый стол – «Содержание портфолио педагога

музыки», «Анализ видеурока», «Современный педагог музыки и его проблемы», «Музыка в СМИ»; деловая игра – «Распоряжение», «Симпозиум учителей музыки», «В учительской»; игры-демонстрации и сюжетные ролевые игры «Родительское собрание», «Родителей в школу!», «На ковер к директору», «Педагогический совет», «Дети на перемене» и т.д.). Дополнительные формы – это формы, используемые во внеучебной деятельности студентов, но имеющие влияние на становление их профессиональной компетентности (профессиональный клуб и творческая лаборатория).

Построение оптимального сочетания форм обучения для повышения эффективности процесса становления профессиональной компетентности будущих педагогов музыки осуществлялось при помощи следующих критериев отбора:

1. Самоуправляемость учебной деятельности. Изменение уровня отслеживается с помощью времени занятия, затраченного на самостоятельную познавательную активность студентов.

2. Профессиональная ориентированность учебной деятельности. Как и первый уровень, данный критерий меняется в соответствии с количеством времени занятия, которое преподаватель затратил на организацию профессионально ориентированной деятельности студентов. Профессионально-ориентированная деятельность в нашем исследовании определена на основании анализа компетенции, прописанных в ФГОС.

3. Интерактивность учебной деятельности. В отличие от первых двух уровней, этот критерий преподаватель может изменить с помощью организации определенного соотношения интерактивных форм и традиционных, использованных в течение учебного года на занятиях по своей дисциплине.

Цель образования на компетентностной основе, которая преследует формирование личности выпускника, способного к самоопределению, самообразованию, саморегуляции и самоактуализации [4], послужила основанием для первого критерия. Это находит подтверждение и в исследовании Марковой А.К., определяющей профессиональную компетентность как «психическое состояние, позволяющее действовать самостоятельно» [5]. Второй критерий является отражением принципа профессионального образования, который гласит, что содержание, формы и методы обучения должны носить профессионально ориентированный характер. Для компетентностно-ориентированного обучения этот принцип особенно важен, так как становление профессиональной компетентности предпо-

лагает сформированность готовности или способности выпускника вуза квалифицированно осуществлять профессиональную деятельность [1, 2], а не обладание суммой предметно-ориентированных знаний, умений и навыков без осознания их профессионального применения, как это было при знаниевой парадигме. Последний (третий) критерий является естественным продолжением предыдущих двух и позволяет решить задачи активизации самостоятельной учебной деятельности и организации профессионально-ориентированных форм с помощью принципов интерактивного обучения, которые изложила Добрынина Т.Н.: личностное включение студентов в учебную деятельность; моделирование в учебной деятельности содержания, форм и условий профессиональной деятельности специалистов; адекватность форм учебной деятельности целям и содержанию образования; межличностное взаимодействие и диалоговое общение субъектов образовательного процесса; единство обучения и воспитания личности профессионала. [3]

Рассмотрим более подробно алгоритм отбора форм обучения будущих педагогов музыки на каждом этапе, которые хронологически совпадали с 4 годами обучения:

Алгоритм компетентностно-ориентированного сочетания (КОС) форм обучения (ФО) будущих педагогов музыки

1. Постановка компетентностно-ориентированных задач на основании анализа компетенций, формируемых учебной дисциплиной.

2. Анализ содержания дисциплины на предмет достижения компетентностно-ориентированных задач (сформированности компетенций).

3. Определение критериальных подходов КОС ФО:

- определить уровень интерактивности учебной деятельности (количество интерактивных форм от общего количества форм за семестр или учебный год). На первом этапе (от 0 до 23%) 0–8 форм из 36 занятий и 0–16 форм из 72 занятий. На втором этапе (от 24 до 46%) 9–16 интерактивных форм из 36 занятий и 17–33 из 72. На третьем этапе (от 47 до 69%) 15–22 из 32 занятий за учебный год и 30–44 из 64. На четвертом этапе (от 70% и выше) 18 и выше из 25 занятий, 35 и выше из 50 занятий за учебный год. Количество занятий согласовано с количеством учебных недель по рабочим учебным планам;

- определить уровень самоуправляемости учебной деятельности (количество минут от общего времени занятия, затраченного студентом на самостоятельную учебную деятельность). На первом этапе (от 0 до

23%) 0–10 минут из 45-минутного занятия и 0–21 минуты из 90-минутного занятия. На втором этапе (от 24 до 46%) 11–21 минуты из 45-минутного занятия и 22–41 минуты из 90-минутного занятия. На третьем этапе (от 47 до 69%) 22–28 минут из 45-минутного занятия и 42–62 минуты из 90-минутного занятия. На четвертом этапе (от 70% и выше) 31 минута и выше из 45-минутного занятия, 63 минуты и выше из 90-минутного занятия;

- определить уровень профессиональной ориентированности учебной деятельности (количество минут от общего времени занятия, затраченного преподавателем на организацию профессионально ориентированной учебной деятельности студентов). На первом этапе (от 0 до 23%) 0–10 минут из 45-минутного занятия и 0–21 минуты из 90-минутного занятия. На втором этапе (от 24 до 46%) 11–21 минуты из 45-минутного занятия и 22–41 минуты из 90-минутного занятия. На третьем этапе (от 47 до 69%) 22–28 минут из 45-минутного занятия и 42–62 минуты из 90-минутного занятия. На четвертом этапе (от 70% и выше) 31 минута и выше из 45-минутного занятия, 63 минуты и выше из 90-минутного занятия.

1. Планирование и исполнение КОС ФО в учебном процессе.

Вследствие применения вышеописанного алгоритма в компетентностно-ориентированном учебном процессе у будущих педагогов музыки были использованы следующие формы обучения:

- На первом году обучения – информационная лекция, семинар, практикум, коллоквиум, индивидуальные и коллективные практические занятия, групповое теоретико-практическое занятие; лекция, индивидуальное и коллективное практическое занятие с применением игровых методов, игра «Информационный лабиринт» («Форма или метод»), игра «Мозговой штурм» («Самые оригинальные наглядные средства на уроках музыки»).

- На втором году обучения – бинарная лекция и бинарное индивидуальное практическое занятие, проблемная лекция, лекция с запланированными ошибками, индивидуальное практическое занятие мастер-класс, спецсеминар, интерактивная лекция («Программа Д.Б. Кабалевского»), интерактивный семинар («Программа по музыке Е.Д. Критской»), круглый стол («Анализ видеурока», «Музыка в СМИ»), учебная экскурсия в общеобразовательную школу, интернет-исследование («Сценарии внеклассных мероприятий», «Наглядные средства на уроках»), игра-демонстрация («Урок музыки для детей младшего

школьного возраста»), конкурс («Конкурс сценаристов»), учебная конференция («Самый эффективный метод преподавания на уроках музыки»), игра «Информационный лабиринт» («Учебники и рабочие тетради на уроке музыки»), игра-эксперимент («Наглядные средства на уроке музыки в разных странах»), игры-демонстрации и сюжетные ролевые игры («Родительское собрание»).

• На третьем году обучения – спецсеминар, интерактивная лекция («Альтернативные программы по музыке»), интерактивный семинар («Экспресс-лаборатория»), круглый стол («Содержание портфолио педагога музыки»), учебная экскурсия в детский сад, интернет-исследование («Уроки в школе», «Наглядные средства на уроках»), игровое проектирование («Высшая категория: современный урок музыки»), деловая игра («В учительской»), игра-демонстрация («Урок музыки для детей среднего школьного возраста»), конкурс («Лучший дирижер курса», «Лучший исполнитель на курсе»), учебная конференция («Рецензия на программу по музыке»), дискуссия («Современные программы по музыке»), игра «Информационный лабиринт» («Анализ ФГОСов»), игры-демонстрации и сюжетные ролевые игры («Дети на перемене»).

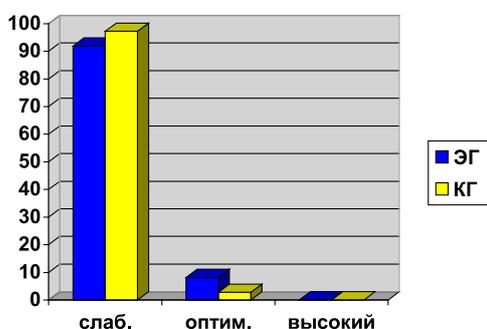
• На четвертом году обучения – лекция пресс-конференция, лекция-беседа, игровое проектирование («Высшая категория: портфолио педагога музыки»), деловая игра («Распоряжение», «Симпозиум учителей музыки»), игра-демонстрация («Урок музыки для детей старшего школьного возраста», «Музыкальное занятие в детском саду»), конкурс («Конкурс педагогического мастерства», «Лучший педагог музыки»), учебная конференция («Авторская программа»), дискуссия («Музыкальное образование в современной школе и детском садике», «Студии

раннего развития»), научный форум («Формы и методы в музыкальном образовании»), игры-демонстрации и сюжетные ролевые игры «Родителей в школу!», «На ковер к директору», «Педагогический совет»).

Особым способом, дополняющим поэтапное системное использование форм в рамках учебных дисциплин, явилось создание профессионального клуба как дополнительной формы, направленной на стимулирование процесса становления профессиональной компетентности, а именно, на создание благоприятных условий для развития положительной профессиональной мотивации и способности у будущих педагогов музыки к саморегуляции поведения. Описанное выше сочетание форм обучения, получившее условное название «компетентностно-ориентированное» (так как оно нацелено способствовать становлению профессиональной компетентности будущих педагогов музыки) занимает центральное место в специально разработанной и внедренной в учебный процесс авторской модели.

Эффективность модели становления профессиональной компетентности у будущих педагогов музыки при условии компетентностно-ориентированного сочетания форм обучения была проверена в ходе опытно-экспериментальной работы, которая проводилась на базе Института искусств ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» в период с 2010 по 2014 г. Экспериментальную выборку составили студенты, обучающиеся по направлению «Педагогическое образование», профиль – Музыка (73 человека), из числа которых в соответствии с требованиями, предъявляемыми к педагогическому эксперименту, были определены контрольная (36 человек) и экспериментальная группы (37 человек).

начало эксперимента



конец эксперимента

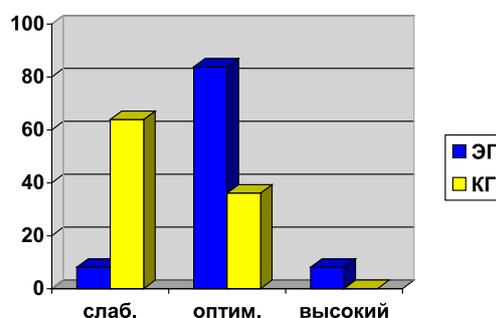


Диаграмма уровней профессиональной компетентности в экспериментальной и контрольной группах в начале и конце эксперимента

Продиагностировав уровни профессиональной компетентности у студентов экспериментальной и контрольной групп на первом и заключительном этапе опытно-экспериментальной работы, мы получили следующие результаты: в экспериментальной группе 1 (2,70%) студент остался на слабовыраженном уровне, 31 (83,78%) студент получил оптимальный уровень и 5 (13,51%) достигли высокого; в контрольной группе 18 (50%) студентов со слабовыраженным уровнем, 18 (50%) студентов – оптимальным, и ни одного с высоким уровнем. Сравнивая с показателями первого этапа эксперимента, мы можем наглядно отобразить следующие положительные изменения, представленные на диаграмме (рисунок):

Таким образом, сравнение результатов диагностики позволяет сделать вывод, что предложенная модель компетентностно-ориентированного сочетания форм обучения будущих педагогов музыки положительно влияет на становление профессиональной компетентности, что является подтверждением целесообразности использования данной модели в профессиональной подготовке будущих педагогов музыки в вузе.

Список литературы

1. Варданян Ю.В. Становление и развитие профессиональной компетентности педагога и психолога / Ю.В. Варданян. – М., 1998. – С. 17.
2. Введенский В.Н. Профессиональная компетентность педагога : пособие для учителей / В.Н. Введенский. – СПб: Просвещение, 2004. – С. 20.
3. Добрынина Т.Н. Педагогические условия применения интерактивных форм обучения в педагогическом вузе : дис. ... канд. пед. наук. – Новосибирск : 2003. – С. 67.
4. Зеер Э.Ф. Модернизация профессионального образования : компетентностный подход : учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 0305.00 – Проф. обучение (по отраслям) / Э.Ф. Зеер, А.М. Павлова, Э.Э. Сы-

манюк. – М.: Изд-во Московского психолого-социального института, 2005. – С. 18.

5. Маркова А.К. Психология профессионализма / А.К. Маркова. – М., 1996. – С. 79.

6. Татур Ю.Г. Образовательный процесс в вузе : методология и опыт проектирования : учебное пособие для слушателей системы подготовки и повышения преподавателей квалификации / Ю.Г. Татур. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. – С. 90.

References

1. Vardanyan Y.V. Formation and development of the professional competence of the teacher and psychologist / Y.V. Vardanyan. M., 1998. p. 17.
2. Vvedenskii V.N. Professional competence of teachers: a manual for teachers / V.N. Vvedenskii. – St. Petersburg: Education, 2004. p. 20.
3. Dobrynina T.N. Pedagogical conditions of application of interactive forms of training in pedagogical high school: Dis. ... PhD. ped. sciences. – Novosibirsk, 2003. p. 67.
4. Zeer E.F. Modernisation of vocational education: competence approach: a textbook for students majoring 0305.00 – Prof. training (on branches) / E.F. Zeer, A.M. Pavlova, E.E. Symanyuk. – Moscow: Publishing House of the Moscow Psychological and Social Institute, 2005. p. 18.
5. Markova A.K. Psychology of professionalism / A.K. Markova. M., 1996. p. 79.
6. Tatur Y.G. The educational process at the university: methodology and experience in design: a textbook for students of preparation and improvement of professional skill of teachers / Y.G. Tatur. – Ed. 2nd, revised. and ext. M: MSTU. NE Bauman, 2009. p. 90.

Рецензенты:

Рахимбаева И.Э., д.п.н., профессор, директор Института искусств Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского, г. Саратов;

Лебедев А.Е., доктор искусствоведения, доцент кафедры истории и теории исполнительского искусства и музыкальной педагогики теоретико-исполнительского факультета Саратовской государственной консерватории имени Л.В. Собинова, г. Саратов.

Работа поступила в редакцию 05.12.2014.

УДК 159.91

ВЗАИМОСВЯЗЬ ИЗМЕНЕНИЙ РАЗНЫХ УРОВНЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ ЛИЧНОСТИ ПРИ ОСТРОМ СТРЕССЕ

¹Кузнецова Т.Г., ¹Горбачева М.В., ²Буркова С.А., ³Булгакова О.С.

¹Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, Санкт-Петербург,
e-mail: tamara-kuznetsova@yandex.ru;

²Научно-практический центр «Психосоматическая нормализация», Санкт-Петербург,
Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена,
Санкт-Петербург, e-mail: NP-NPC-PCN2008@yandex.ru;

³Научно-практический центр «Психосоматическая нормализация», Санкт-Петербург,
Северо-западный медицинский университет им. И.И. Мечникова,
Санкт-Петербург, e-mail: bulgak_os@mail.ru

Цель данной работы заключалась в выявлении изменений психофизиологического гомеостаза здоровых молодых людей в ответ на положительный стресс, связанный с неожиданным выигрышем. В пилотном исследовании, состоящем из четырех блоков, приняли участие 5 добровольцев. Методы включали в себя социальное, психологическое, психофизиологическое и физиологическое обследования. В результате выявлено, что при остром положительном стрессе меняется сложившийся социо-психолого-физиологический гомеостазис. Уровни качества жизни, реактивной тревожности и скорость арифметического счета достоверно отличались по сравнению с фоном. Тестирование кратковременной памяти показало улучшение результатов. Цветовое предпочтение в фоне расценивалось как рабочая готовность к сотрудничеству. При воздействии острого положительного стресса состояние можно было оценить как более оптимальное и деятельное, изменения затрагивали все уровни организации личности.

Ключевые слова: личность, стресс, социо-психолого-физиологический гомеостазис

RELATIONSHIP BETWEEN CHANGES OF DIFFERENT LEVELS OF PERSONALITY UNDER ACUTE STRESS

¹Kuznetsova T.G., ¹Gorbacheva M.V., ²Burkova S.A., ³Bulgakova O.S.

¹Institute of Physiology I.P. Pavlova RAS, St. Petersburg, e-mail: tamara-kuznetsova@yandex.ru;

²Nauchno-practical center «Psychosomatic normalization», St. Petersburg, Russian State Pedagogical University A.I. Herzen, St. Petersburg, e-mail: NP-NPC-PCN2008@yandex.ru;

³Nauchno-practical center «Psychosomatic normalization», St. Petersburg, Northwestern Medical University I.I. Mechnikov, Saint-Petersburg, e-mail: bulgak_os@mail.ru

The purpose of this study was to identify changes in psychophysiological homeostasis of healthy young people in response to a positive stress associated with an unexpected win. In a pilot study, which consisted of four blocks, 5 volunteers participated. Methods included social, psychological, physiological and psychophysiological examination. The result revealed that under acute positive stress there were changes in the socio-psychological and physiological homeostasis. Levels of quality of life, anxiety and reactive speed arithmetic accounts differed significantly compared with the control. Testing short-term memory showed improved results. Color preferences in the control was regarded as willingness to cooperate. When exposed to acute positive stress status can be assessed being optimal and active, the change affects all levels of the personality.

Keywords: personality, stress, socio-psychological and physiological homeostasis

На наш взгляд, психофизиология – одна из самых интересных и нужных наук, потому что она изучает людей здоровых, не отделяет психику от сомы и пытается объяснить реакцию организма на всех уровнях организации личности при различной степени воздействия положительного или негативного внешнего воздействия.

Таким образом, психофизиология как синтетическое направление современного естествознания, по своей сути, является интегрирующей системой знаний о человеке как биологической и духовной сущности, учитывая, что в основе того и другого уровня организации лежит оптимальная работа адаптационных механизмов.

Открытыми остаются вопросы глубинных изменений гомеостатического регулирования при остром положительном стрессе, изменяющем работу нервной, гормональной, сердечно-сосудистой и др. функциональных систем, когда происходит экстренное переформирование психологического, а затем и физиологического гомеостазисов [1, 3].

Встает вопрос – как изменяются психофизиологические показатели при однократном неожиданном положительном стрессе.

Цель данной работы заключалась в выявлении изменений психофизиологического гомеостаза здоровых молодых людей в ответ на положительный стресс, связанный с неожиданным выигрышем.

Материалы и методы исследования

В пилотном исследовании, состоящем из четырех блоков, приняли участие 5 добровольцев (средний возраст $25,3 \pm 1,5$ лет). На момент его проведения все волонтеры были клинически здоровы, никакие фармакологические препараты ими не принимались.

Методика обследования отражала некоторые уровни организации личности и была следующей:

1. *социальный* уровень:
 - а) качество жизни [7];
2. *психологический*:
 - а) тест на определение кратковременной памяти [7];
 - б) корректурная проба Бурдона [10];
 - в) цветовой тест Люшера [10];
 - г) тест на определение эмоционального интеллекта [7];
 - д) тест на определение реактивной тревожности [14];
 - е) тест на определение алекситимии [7];
3. *психофизиологический*:
 - а) тест на определение субъективного времени [12];
 - б) скорость арифметического счета [6];
4. *физиологический*:
 - а) артериальное (систолическое и диастолическое) давление;
 - б) частота сердечных сокращений;
 - в) частота дыхания;
 - г) вегетативный индекс Кердо [4];
 - д) коэффициент Хильденбранта [4].

Положительным стрессом в данной работе считалась возможность «выиграть» одну тысячу рублей. Добровольцам предоставлялись две одинаковые шкалушки, в каждой из которых лежали купюры достоинством по одной тысяче рублей, о чем испытуемые не знали, но по инструкции должны были «угадать» в какой именно находится выигрыш.

Тестирование проводилось до и после эксперимента, кардиоритмограмма писалась постоянно.

Статистическая обработка данных проводилась с помощью компьютерной программы SPSS-13, вычислялись среднее арифметическое значение, стандартное отклонение, t-критерий Стьюдента. Психологическое тестирование описывалось через развернутое заключение.

Результаты исследования и их обсуждение

Сложное взаимодействие психологических и физиологических стрессоров, приводящих к целостному системному реагированию, существенно влияет на изменение функционального состояния организма, формируя новые системные взаимоотношения на поведенческом, вегетативном и центральном уровнях организации ответной реакции организма [1, 2].

Это приводит к формированию новой альтернативной функциональной психофизиологической системы, представляющей собой жестко иерархичную, доминирующую, устойчивую во времени, с индивидуальными параметрами колебания структуру, обусловленную индивидуальными психическими характеристиками, особенностями физиологической системной организации, результатом деятельности

которой является оптимальная работа организма. Интегратором и регулятором этой системы является кора головного мозга [2, 5, 11, 13].

Надо подчеркнуть, что альтернативная психофизиологическая функциональная система не всегда является патологической и не связана с нарушениями процесса «возбуждение-торможение» в коре головного мозга, «сшибкой» по И.П. Павлову. Она представляет собой устойчивую и доминирующую функциональную систему, объединяющую анатомически различные системы организма, определяющие здоровье- и жизнесбережение, в основе которых лежат механизмы гомеостаза к изменяющемуся внешнему миру, в значительной степени обусловленные степенью развития интеллекта [2].

В результате проведенного эксперимента [9] выявлено, что при остром положительном стрессе меняется сложившийся социо-психолого-физиологический гомеостазис (таблица).

Уровни качества жизни, реактивной тревожности и скорость арифметического счета достоверно отличались по сравнению с фоном. Тестирование кратковременной памяти показало улучшение результатов. Цветовое предпочтение в фоне расценивалось как рабочая готовность к сотрудничеству.

При повторном итоговом тестировании состояние можно было оценить как более оптимальное: субъективное время приблизилось к метрическому, что подтверждается показателями индекса Кердо, являющимся демонстратором гомеостатических сдвигов, связанным с изменением вегетативного баланса, и выявившим усиление парасимпатического доминирования; индекс Хильденбранта показал улучшение межсистемных взаимоотношений и уменьшение степени рассогласованности деятельности висцеральных систем.

При этом выявилось замедление частоты сердечных сокращений и сдвиг облака показателей скатерограмм интервалов R-R кардиоритмограммы вверх по биссектрисе площади координат, что свидетельствовало об улучшении функционального состояния исследуемых без напряжения адаптационных механизмов защиты [8], т.е. адекватной реакции на тест, о чем свидетельствовали показатели частоты дыхания и артериального давления, изменившиеся недостоверно.

Интересно было отметить подуровневые сдвиги и отличия в силе этих сдвигов на разных уровнях организации личности. Так как социальный уровень был представлен только одним исследованием, то здесь сравнивать его с другими уровнями

организации представляется некорректным. Что касается остального, то самым устойчивым оказался физический уровень, а самым неустойчивым – психологический уровень. Можно сказать о корреляции этих измене-

ний с референтными интервалами выше-названных уровней, которые в норме представляют собой воронку, расширяющуюся от физической до социальной структурной единицы личности.

Изменение социо-психолого-физиологического гомеостаза вследствие воздействия острого положительного стресса

№ п/п	Исследуемый параметр	Фон	Какой уровень меняется сильнее всего? (%)	После положительного подкрепления
1	2	3	4	5
Социальные характеристики				
1	качество жизни (балл)	63,8 ± 0,4	5,48	°67,5 ± 0,4
среднее изменение по характеристике (%)		–	5,48	–
Психологические характеристики				
2	тест на определение кратковременной памяти (количество запоминаемых слов)	5,5 ± 0,1	15,38	°6,5 ± 0,1
3	корректирующая проба Бурдона (балл)			
	концентрация внимания	6,4	84,23	°40,6
	устойчивость внимания	9,8	13,95	8,6
	переключаемость внимания	40%	150	°16%
	количество ошибок	19	63,15	°7
	время обработки одной строки (66 знаков)	10,65	42,18	°7,49
4	цветовой тест (цвет)	настроение в общем положительное, стремление к позитивному эмоциональному состоянию	-	°некоторое возбуждение, увлеченность, активное стремление произвести впечатление
5	тест на эмоциональный интеллект (балл)			
	эмоциональная осведомленность	11,25	4,65	10,75
	управление своими эмоциями	1,75	74,07	°6,75
	самотивация	11,0	0	11,0
	эмпатия	10,5	0	10,5
	управление эмоциями других людей	8,75	7,89	°9,5
	общий эмоциональный интеллект	42,25	12,88	°48,5
6	тест на определение реактивной тревоги (балл)	28,8 ± 1,3	71,42	°16,8 ± 1,2
7	тест «Диагностика уровня алекситимии» (балл)	62,0	9,15	°56,8
среднее изменение по характеристике (%)		–	39,21	–
Психофизиологические характеристики				
8	тест на определение субъективного времени (секунда)	56,0 ± 1,6	6,66%	60,0 ± 1,5
9	скорость арифметического счета (секунда)	6,2 ± 0,03	43,63%	°11,0 ± 0,04

Окончание таблицы				
1	2	3	4	5
10	кардиоритмограмма (R-R интервал)	–	–	замедление частоты сердечных сокращений и сдвиг облака показателей скатерограмм интервалов R-R кардиоритмограммы, вверх по биссектрисе площади координат
среднее изменение по характеристике (%)		–	25,15	–
Физиологические характеристики				
11	систолическое давление (мм РТ столба)	128,8 ± 7,3	3,04	125,0 ± 9,4
12	диастолическое давление (мм РТ столба)	87,5 ± 7,2	0,23	87,3 ± 9,1
13	частота сердечных сокращений (удары в минуту)	75,5 ± 5,9	22,76	°61,5 ± 1,7
14	частота дыхания (цикл в минуту)	16,0 ± 4,8	3,03	16,5 ± 2,1
15	вегетативный индекс Кердо (относительные единицы)	– 18,5 ± 15,2	53,98	°– 40,2 ± 13,7
16	коэффициент Хильденбранта (относительные единицы)	5,71 ± 3,1	39,26	°4,1
среднее изменение по характеристике (%)		–	20,38	–

Пр и м е ч а н и е . ° – достоверное отличие фонового параметра от параметра после положительного подкрепления.

Если рассмотреть вопрос подуровневого изменения, то из таблицы видно, что подуровневая иерархия существует, и этот вопрос требует дальнейшего подробного изучения. Вероятно, что различная устойчивость на подуровнях связана с работой адаптационных механизмов защиты, жизнеобеспечения организма и формирования «гомеостаза здоровья», который характеризуется созданием постоянной внутренней среды, поддерживающей жизнь организма в оптимальном для него сейчас действующем режиме, зачастую за счет минимизации или прекращения работы отдельных, как ему кажется на данный момент времени, не жизненно важных функций [2].

Заключение

Следовательно, однократный положительный стресс, регулируемый интеллектуальным напряжением испытуемого, способен нормализовать адаптационные (функциональные) системы организма и привести к обратимому изменению социопсихолого-физиологического гомеостаза. Это позволяет заключить, что изменения, касающиеся функциональных перестроек всех уровней гомеостаза, несут в себе

адаптационную составляющую и направлены на поддержание здоровье- и жизнеобеспечения организма. У здоровых людей при воздействии однократного положительного стресса изменение функционального состояния и формирование альтернативных психофизиологических функциональных систем носят обратимый характер.

Список литературы

1. Булгакова О.С. Психофизиологические дисфункции: механизмы, диагностика // Журнал «Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований». – 2010. – № 10. – С. 45–51.
2. Булгакова О.С. Формирование альтернативной психофизиологической функциональной системы при изменении функционального состояния // Научный журнал «Успехи современного естествознания». – 2013. – № 3. – С. 35–39.
3. Булгакова О.С. Изменение личности при постстрессорных психосоматических нарушениях // Вестник психофизиологии. – 2014. – № 1. – С. 25–30.
4. Вейн А.М., Соловьева А.Д., Колосова О.А. Вегетососудистая дистония. – М.: Медицина, 1981. – 318 с.
5. Добрин А.В. Понятие эмоционального интеллекта и его взаимосвязь с латеральным профилем // Вестник психофизиологии. – 2012. – № 4. – С. 16–21.
6. Дядичкин В.П. Психофизиологические резервы повышения работоспособности. – Высшая школа. – Минск, 1990. – 120 с.
7. Ильин Е.П. Психофизиология состояний человека. – СПб., Питер, 2005. – 412 с.

8. Кузнецова Т.Г., Иванов В.В., Корнюшина Н.М. Способ диагностики состояния центральной нервной системы. Патент на изобретение № 2296504, 2007, Бюл. № 10.
9. Кузнецова Т.Г., Горбачева М.В., Буркова С.А., Булгакова О.С. К вопросу об изменении функционального состояния при остром положительном стрессе // Сборник научных трудов Международной научной конференции «Актуальные вопросы современной психофизиологии-Vb». – СПб.: НИЦ ПСН, 2014. – С. 45–51.
10. Методика обследования для психологического консультирования: Учебные материалы / Редактор-составитель И.И. Цыганок. – СПб. ВМедА, 2003. – 132 с.
11. Николаева Е.И., Морозова А.Н. Адаптация к школе детей с разными латеральными предпочтениями // Вестник психофизиологии. – 2014. – № 2. – С. 34–42.
12. Смирнов А.Г., Оценка субъективной секунды при помощи теста «Индивидуальная минута» // Журнал высшей нервной деятельности. – 1992. – Вып. 5.– С. 1035–1038.
13. Тюрин А.А., Порфирьев В.А. К вопросу о зависимости самооценки индивида от латерализации полушарий головного мозга // Вестник психофизиологии. – 2012. – № 2. – С. 22–25.
14. Ханин Ю.Л. Краткое руководство к применению шкалы реактивной и личностной тревожности Ч.Д. Spielberger. – ЛНИИФК. – Л., 1976. – 19 с.
6. Dyadichkin V.P. Physiological reserves of increasing efficiency. – Graduate School. Minsk, 1990. 120 p.
7. Ilyin E.P. Psychophysiology of the human condition. SPb., Peter, 2005. 412 p.
8. Kuznetsova T.G., Ivanov V.V., Korniyushina N.M. A method for diagnosing the state of the central nervous system. Invention patent number 2296504, 2007 Bull. no 10.
9. Kuznetsova T.G., Gorbacheva M.V., Burkova S.A., Bulgakova O.S. On the question of the change of the state of stress in acute positive // Collection of scientific work of the International Scientific Conference «Actual problems of modern psychophysiology-VI». SPb., SPC PSN. 2014. pp. 45–51.
10. Method of inspection for psychological counseling: Training materials / Edited and compiled by Tsiganok I I. SPb. ВМедА, 2003. 132 p.
11. Nikolaeva E.I., Morozova A.N. Adaptation to school children with different lateral preferences // Psychophysiology News, 2014, no 2, pp. 34–42.
12. Smirnov A.G., Evaluation of subjective seconds using the test «Individual minute» // Journal of Higher Nervous Activity. 1992. Vol. 5. pp. 1035–1038.
13. Tyurin A.A., Porphyriev V.A. On the question of the dependence of the self-assessment of individual lateralization of cerebral hemispheres // Psychophysiology News, 2012, no 2, pp. 22–25.
14. Hanin Y.L. Quick Guide to the application of the scale of reactive and personal anxiety BH Spielberger. LNIIFK. L., 1976. 19 p.

References

1. Bulgakova O.S. Physiological dysfunction: mechanisms, diagnosis // Journal «International Journal of applied and basic research», 2010, no 10, pp. 45–51.
2. Bulgakova O.S. Formation of alternative psychophysiological functional system when changing the functional state // Scientific journal «The success of modern natural science», 2013, no 3, pp. 35–39.
3. Bulgakova O.S. Changes in personality under post-stressed psychosomatic disorders // Psychophysiology News, 2014, no 1, pp. 25–30.
4. Vein A.M., Solovyova A.D., Kolosova O.A. Vegetative-vascular dystonia. M.: Medicine, 1981. 318 p.
5. Dobrin A.V. The concept of the emotional intelligence and its relationship to the lateral profile // Psychophysiology News, 2012, no 4, pp. 16–21.

Рецензенты:

Ведясова О.А., д.б.н., профессор, профессор кафедры физиологии человека и животных ФГБОУ ВПО «Самарский государственный университет», г. Самара;

Николаева Е.И., д.б.н., профессор, профессор кафедры прикладной психологии и педагогики, Петербургский государственный университет путей сообщения, г. Санкт-Петербург.

Работа поступила в редакцию 05.12.2014.

УДК 34(091): 340.6(470.345)

СУДЕБНО-МЕДИЦИНСКАЯ СЛУЖБА В РЕСПУБЛИКЕ МОРДОВИЯ: ИСТОРИКО-ПРАВОВОЙ АСПЕКТ

Лезина Е.П., Бакланова Е.Н.

*ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева»,
Саранск, e-mail: ellezina@yandex.ru*

В статье рассматривается история становления и развития судебно-медицинской службы на территории Республики Мордовия с момента их зарождения в 1951 г. по 2013 г. Анализируется законодательство СССР, РСФСР и Мордовской АССР об организации и деятельности судебно-медицинской службы, архивные материалы Государственного казенного учреждения здравоохранения Республики Мордовия «Республиканского Бюро судебно-медицинской экспертизы». Делается вывод, что за период с 1951 г. по 2013 г. Министерством здравоохранения СССР и РСФСР неоднократно принимались нормативные правовые акты, направленные на регулирование судебно-медицинской деятельности. Внимание уделялось использованию дополнительных, новых методов исследования, более тесному взаимодействию науки и практики. В настоящее время порядок работы «Республиканского Бюро судебно-медицинской экспертизы» в Мордовии определен Федеральным законом «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации», процессуальными кодексами Российской Федерации и нормативными правовыми актами Министерства здравоохранения.

Ключевые слова: судебно-медицинская служба, Бюро судебно-медицинской экспертизы, Республика Мордовия, Министерство здравоохранения МАССР, судебно-медицинские отделы

HISTORY OF FORENSIC MEDICAL SERVICES IN MORDOVIA

Lesina E.P., Baklanova E.N.

Ogarev Mordovia State University, Saransk, e-mail: ellezina@yandex.ru

The article discusses the history and development forensic medical services in the territory of the Republic of Mordovia, since their inception in 1951 to 2013 is analyzed legislation of the USSR, RSFSR and Mordovskoi ASSR on the organization and activities forensic medical services, archival materials Of state fiscal health agencies Republic of Mordovia «National Bureau of forensic Medical Examination». It is concluded that during the period from 1951 to 2013, the Ministry of Health of the USSR and RSFSR repeatedly adopt normative legal acts aimed at regulating forensic medical activities. Focused on the use of additional, new research methods, closer interaction of science and practical. Currently operating procedure «National Bureau of forensic Medical Examination» in Mordovia is defined by the Federal Law «On state forensic activities in the Russian Federation» Procedure Code Federation and normative legal acts of the Ministry of Health.

Keywords: forensic Medical Service, the Bureau of forensic Medical Examination, Republic of Mordovia, the Ministry of Health MASSR, forensic departments

В России становление и развитие учреждений, производящих судебно-медицинские экспертизы в различных субъектах, проходило по-разному, со своими особенностями, что обуславливалось различным социально-экономическим, территориальным положением, а также зависело от кадрового потенциала. Судебно-медицинская служба в Мордовии прошла значительную эволюцию, но до настоящего времени не было проведено её комплексного анализа, что определяет актуальность исследования.

Цель работы состоит в том, чтобы исследовать историю и правовое оформление судебно-медицинских учреждений на территории Мордовии с момента их зарождения в 1951 по 2013 гг.

Методологическую основу составляют исторический, формально-юридический, сравнительно-правовой и другие методы исследования.

После Великой Отечественной войны судебно-медицинская служба получила свое новое правовое и организационное оформление. Начало было положено Приказом Министерства Здравоохранения СССР № 82 от 1948 года, в котором указывалось на восстановление судебно-медицинских

моргов, об открытии во всех областях, краях, АССР судебно-медицинских лабораторий, о созыве совещаний судебных медиков совместно с патологоанатомами не реже одного раза в год [9, с. 157].

Приказ Министерства здравоохранения СССР «О номенклатуре учреждений здравоохранения и утверждения инструкции по её применению» указывал на то, что Совет Министров СССР отметил наличие серьезных недостатков в деле организации сети учреждений здравоохранения. «Структура многих учреждений и существующее деление их на категории не отвечают интересам здравоохранения; раздробленность учреждений ведет к неправильной расстановке врачей-специалистов, разбуханию штатов административно-хозяйственного персонала, мешает правильно организовать снабжение учреждений здравоохранения и руководить их работой». Позднее, в 1951 году, Приказом Министерства здравоохранения СССР № 643 «О реорганизации судебно-медицинской экспертизы и утверждении штатных нормативов медицинского персонала бюро судебно-медицинской экспертизы» судебно-медицинская экспертиза была выделена в самостоятельное учреждение – бюро судебно-

медицинской экспертизы в области и республиках. Следствием издания данного Приказа стала полная материальная и административная независимость Бюро от медико-административных учреждений [9, с. 157].

Во исполнение вышеуказанного приказа в том же году в Мордовской АССР на базе патологоанатомического отделения Республиканской больницы было организовано Бюро судебно-медицинской экспертизы, «где работали 12 экспертов, а в районах республики – 4 эксперта, обеспечивающие деятельность службы в целом» [3, с. 7]. Начальником данного учреждения был назначен Владимир Федорович Косилов, возглавлявший судебно-медицинскую службу Мордовии до 1962 года. Также были утверждены штаты межрайонных судебно-медицинских экспертов и определены районы обслуживания судебно-медицинских отделов. Было создано 12 судебно-медицинских отделов [2, с. 25].

Но кардинальных перемен так и не случилось, особенно в районных экспертных учреждениях. Косилов отмечает, что и спустя год так и не были созданы нормальные условия для вскрытия трупов: из 32 районных больниц в 10 морги отсутствовали совсем, в таких как Зубово-Полянская, Теньгушеская и т.д. Секционные исследования проводились в самых неподходящих местах: на квартирах умерших, в сараях, банях, под открытым небом, в ванных комнатах больниц и т.д. Это обуславливало то, что судебно-следственные органы отказывались от вызова судебно-медицинского эксперта для вскрытия трупов и часто ограничивались лишь наружным осмотром, приглашая врача общелечебной части.

В таких районных больницах как Рузаевская, Торбеевская, Вечерлейская и др. морги имелись, но представляли собой худые, ветхие сараи площадью 8–10 кв.м. с очень плохим освещением. В большинстве из них никакого оборудования, кроме стола не имелось. В некоторых печи находились в неисправном состоянии, что говорило о невозможности проведения необходимых исследований в зимнее время. В удовлетворительном состоянии находились морги при Ардатовской, Ичалковской, Ромодановской больницах, хотя оборудования также не хватало. Во исполнение приказов Министра здравоохранения РСФСР Минздравом Мордовской АССР был издан приказ № 562 от 29.09.51, где указывалось, что главные врачи районных больниц должны произвести капитальный ремонт моргов, а где их нет, приспособить имеющиеся помещения для работы в зимних условиях и снабдить инвентарем. К сожалению, пишет В.Ф. Косилов, «ни один из пунктов данного приказа не был выполнен» [2].

С тех пор прошло более 60 лет, но открывая страницы старых уголовных дел, рассматривавшихся в Верховном суде тогда ещё Мордовской АССР и возвращаясь в конец 60-х годов прошлого века, мы видим, что правоохранительные органы стали чаще привлекать судебно-медицинского эксперта для производства экспертизы и дачи заключения. Так, например, при анализе материалов уголовного дела 1957 года по обвинению заключенного К. в причинении ранения трем сержантам охраны, один из которых впоследствии скончался, мы увидели данные трех освидетельствований, проведенных врачом общелечебной части (в более ранний период этим всё и ограничивалось), акты освидетельствований, проведенных судебно-медицинским экспертом и акт судебно-медицинского исследования трупа.

Начальник бюро судебно-медицинской экспертизы МАССР являлся республиканским экспертом Министерства здравоохранения МАССР и осуществлял руководство судебно-медицинской службой Мордовии. В его компетенцию входило оказание практической помощи городским, районным и межрайонным экспертам, осуществление контроля за их деятельностью, издание методических писем и т.д. Так, в 1960 году В.Ф. Косиловым было подготовлено и разослано два таких письма: по судебно-медицинскому исследованию трупов; по медицинскому освидетельствованию лиц, направленных для установления состояния алкогольного опьянения.

Республиканские судебно-медицинские эксперты неоднократно осуществляли выезды в районы автономной республики в целях проверки деятельности судебно-медицинских экспертов. Так, например, в 1961 году начальником судебно-медицинской службы В.Ф. Косиловым было сделано 16 выездов в районы для контроля и оказания практической помощи судебно-медицинским экспертам. Начальник бюро, как и вышестоящий эксперт, мог лишь указать своему подчиненному на недостатки в его личной работе. В случае обнаружения ошибок в выданном заключении или акте он мог лишь обратиться в правоохранительные органы с мотивированной просьбой о назначении повторной экспертизы. За проведенное исследование отвечал только тот эксперт, который произвел экспертизу. Данное правило не потеряло своего действия до настоящего времени.

В 1962 году Министром здравоохранения СССР С.В. Курашовым был издан Приказ № 166 от 10.04.1962 г. «О мерах улучшения судебно-медицинской экспертизы в СССР», заменивший 13 действовавших ранее различных приказов и циркулярных писем. Министрам здравоохранения союз-

ных республик предложено обязать главных судебно-медицинских экспертов проводить регулярно плановые обследования работы бюро и судебно-медицинских экспертов и проверки актов судебно-медицинских экспертиз, требуя того же от всех начальников бюро. Приказ обязывает министров здравоохранения союзных республик регулярно проводить республиканские, краевые и областные совещания и конференции судебно-медицинских экспертов с привлечением к участию работников суда и следствия [5].

25 октября 1967 года было проведено республиканское совещание судебно-медицинских экспертов Мордовии с участием следственных работников, на котором Н.К. Ковалеровым, (начальник бюро судебно-медицинской экспертизы Мордовии с 1962 по 1988 гг.) был озвучен доклад «О состоянии судебно-медицинской экспертизы в Мордовии и мерах её улучшения». Итогом данного совещания стало не только обсуждение актуальных вопросов и предложение способов их решения, но и организация Мордовского научного общества патологоанатомов и судебно-медицинских экспертов [7, с. 341]. Мероприятие подобного масштаба было проведено на территории МАССР впервые.

Значительным шагом в развитии судебно-медицинской деятельности на территории Республики Мордовия стало создание в августе 1971 года на базе медицинского факультета Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарева курса судебной медицины, который внес большой вклад в подготовку кадрового состава судебно-медицинской службы. Основателем курса являлся кандидат медицинских наук, доцент Борис Иванович Соколов. В настоящее время заведующим курсом судебной медицины является Сергей Владимирович Тишков (с 2011 года).

В 1978 году вступает в силу новый Приказ Министерства здравоохранения СССР № 694 «Об утверждении инструкции о производстве судебно-медицинской экспертизы, Положения о бюро судебно-медицинской экспертизы и других нормативных актов по судебно-медицинской экспертизе». Одним из немаловажных положений, закрепленных в Приказе, являлась организация при республиканских, краевых, областных бюро судебно-медицинской экспертизы методических советов, оформление в установленном порядке и обеспечение их активной деятельности по рассмотрению важнейших задач по вопросам судебной экспертизы. Впоследствии методический совет появился и при бюро судебно-медицинской экспертизы МАССР [4].

Значимым событием в жизни Российского государства являлось принятие новой Конституции 13 декабря 1993 года. На сме-

ну РСФСР приходит Российская Федерация, Мордовская АССР становится Республикой Мордовия. Судебно-медицинская служба в Российской Федерации приобрела определенную ступенчатую иерархию, которая находится в зависимости от территориального деления.

Первой инстанцией являются городские, районные и межрайонные отделения судебно-медицинской экспертизы. Они создаются по решению бюро судебно-медицинской экспертизы соответствующего субъекта. В расчет принимается численность населения (на 100 тысяч жителей предусмотрен один эксперт), отдаленность от центра субъекта, а также от объема работы. Данные отделения возглавляются заведующим и находятся в подчинении начальника бюро судебно-медицинской экспертизы Мордовии, которое выступает уже в качестве второй инстанции [1, с. 28].

Начальника бюро судебно-медицинской экспертизы республики назначают из числа наиболее квалифицированных врачей, имеющих необходимый опыт судебно-медицинской и организаторской работы; утверждает и увольняет руководитель соответствующего органа управления здравоохранением по согласованию с главным судебно-медицинским экспертом Министерства здравоохранения РФ. Он является одновременно главным специалистом по судебной медицине соответствующего органа управления здравоохранением.

Судебно-медицинскую службу в Мордовии с 1992 г. возглавляет Н.А. Тарасов [3, с. 12]. Судебно-медицинские эксперты активно сотрудничают с правоохранительными органами, со студентами юридического факультета, с практическими врачами республики, сотрудниками курса судебной медицины ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева», проводят анализ смертности и занимаются научной деятельностью. В частности, мордовскими экспертами была модифицирована методика определения слюны на вещественных доказательствах по амилазной активности, а также разрабатываются иные вопросы тактики и техники исследования следов биологического происхождения и т.д.

В 1998 году произошла реструктуризация в судебно-медицинской службе республики – было принято решение о слиянии двух структурных отделений: Саранского объединенного танатологического отделения и Саранской городской амбулатории в одно – Саранское судебно-медицинское отделение. Также согласно приказам Министерства здравоохранения РФ было создано отделение дежурной службы, цель работы которого – участие судебно-медицинских экспертов в осмотре трупов на месте их

обнаружения. Положительным моментом является тот факт, что исчезла проблема поиска свободного от основной деятельности эксперта для выезда в составе оперативной группы на место происшествия.

ГКУЗ РМ «Республиканского Бюро судебно-медицинской экспертизы» в настоящее время находится на территории бывшей Мордовской Республиканской клинической больницы и имеет следующую структуру на 2013 год: Отдел судебно-медицинской экспертизы потерпевших обвиняемых и др. лиц, Отдел судебно-медицинской экспертизы трупов с судебно-гистологическим отделением, Отдел судебно-медицинской экспертизы вещественных доказательств с судебно-химическим, судебно-биологическим, медико-криминалистическим, судебно-биохимическим отделениями, Отдел сложных (комиссионных) судебно-медицинских экспертиз, Организационно-методический отдел, Отделение дежурной службы, районные, межрайонные и городские отделения судебно-медицинской экспертизы. В целом, штат службы насчитывает около 350 должностей.

В 2013 году Министерством здравоохранения Российской Федерации был предложен новый проект Приказа «Об утверждении порядка проведения судебно-медицинских экспертиз», который в настоящее время находится в стадии рассмотрения.

Таким образом, за период с 1951 по 2013 Министерством здравоохранения СССР и РСФСР неоднократно принимались нормативные правовые акты, направленные на регулирование судебно-медицинской деятельности. Внимание уделялось использованию дополнительных, новых методов исследования, более тесному взаимодействию науки и практики. В настоящее время порядок работы ГКУЗ РМ «Республиканского Бюро судебно-медицинской экспертизы» определен Федеральным законом «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации», процессуальными кодексами РФ и нормативными правовыми актами Министерства здравоохранения.

Список литературы

1. Акопов В.И. 445 актуальных вопросов по судебной медицине. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2011. – 415 с.
2. Ковалеров Н.К., Тарасов Н.А. Этапы развития судебно-медицинской службы на территории Республики Мордовия // Современные научные и практические разработки судебных медиков Мордовии: сборник работ. – Саранск, 1998. – Вып. 1. – С. 27–29.
3. О начальниках Республиканского бюро судебно-медицинской экспертизы Министерства здравоохранения Республики Мордовия // Современные научные и практические разработки судебных медиков Мордовии: сборник работ. – Саранск, 1998. – Вып. 1. С. 9–12.
4. Об утверждении Инструкции о производстве судебно-медицинской экспертизы, Положения о бюро судебно-медицинской экспертизы и других нормативных актов по судебно-медицинской экспертизе: Приказ Минздрава СССР

от 21 июля 1978 г. № 694 (утратил силу) – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://zakon.forens-med.ru/doc/mz/3_3_124.htm. (дата обращения: 03.09.2014).

5. «О мерах улучшения судебно-медицинской экспертизы в СССР»: Приказ Минздрава СССР от 10.04. 1962. № 166 (утратил силу). – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://zakon.forens-med.ru/doc/> (дата обращения: 05.07.2014).

6. О Республиканском бюро судебно-медицинской экспертизы Министерства здравоохранения Республики Мордовия (вопросы организации и виды деятельности) // Современные научные и практические разработки судебных медиков Мордовии: сборник работ. – Саранск, 1998. – Вып. 1. – С. 7–9.

7. Отчеты об обслуживании беременных и родовспоможении, об обслуживании больных туберкулезом, венерическими болезнями, злокачественными образованиями, трахомой, психически больных, станции переливания крови, здравпунктов, дома санпросвета, зубопротезного кабинета за 1967 год // Центральный государственный архив Республики Мордовии, ф. 435, д. 1128. – 470 л.

8. Судебно-медицинский журнал: journal.forens-lit.ru [Электронный ресурс] // ГУЗ «Республиканское бюро судебно-медицинской экспертизы» Мордовия: сайт. URL: <http://journal.forens-lit.ru/node/775> (дата обращения: 01.09.2014).

9. Шершавкин С.В. История отечественной судебно-медицинской службы. – М.: Медицина, 1968. – 184 с.

References

1. Akopov V.I. 445 current issues in forensic medicine. – 6th ed., Revised. and ext. M.: Publishing Yurait, 2011. 415 p.
2. Kovaler N.K., Tarasov N.A. Stages of development of forensic medical services in the territory of the Republic of Mor-dovia // Modern scientific and practical development of forensic Mor-dovia: a collection of works. Saransk, 1998, Issue 1, pp. 27–29.
3. About the chief of the National Bureau of Forensic Medical Examination of the Ministry of Health of the Republic of Mor-dovia // Modern scientific and practical development of forensic Mor-dovia: a collection of works. Saransk, 1998, Issue 1, pp. 9–12.
4. Approval of the Regulations on the production of forensic examination, the Regulations on the bureau of forensic medical examination and other regulations on the forensic examination: Order of the Ministry of Health of the USSR from July 21, 1978 no 694 (repealed) – [Electronic resource]. – Mode of access: http://zakon.forens-med.ru/doc/mz/3_3_124.htm. (accessed: 09/03/2014).
5. «On measures to improve forensic analysis in the USSR»: Order of the USSR Ministry of 10.04.1962. no 166 (repealed). – [Electronic resource]. – Mode of access: <http://zakon.forens-med.ru/doc/> (accessed: 05/07/2014).
6. On the Republican Bureau forensic Ministry of Health of the Republic of Mor-dovia (organization and activities) // Modern scientific and practical development of forensic Mor-dovia: a collection of works. Saransk, 1998. Issue 1. pp. 7–9.
7. Reports of service Pregnancy and Childbirth., maintenance of patients with tuberculosis., venereal diseases., malignant tumors., trachoma., the mentally ill, blood transfusion stations., health centers., home health education., Prosthetics Clinic for 1967 // Central State Archive of the Republic of Mor-dovia, f. 435, g. 1128. – 470 l.
8. The medical journal: journal.forens-lit.ru [Electronic resource] // GOOSE «Republican Bureau of forensics» Mor-dovia: website. URL: <http://journal.forens-lit.ru/node/775> (accessed: 09/01/2014).
9. Shershavkin S.V. History of domestic forensic medical service. M.: Medicine, 1968. 184 p.

Рецензенты:

Еремин А.Р., д.ю.н., профессор заведующий кафедрой теории и истории государства и права, ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева», г. Саранск;

Худойкина Т.В., д.ю.н., профессор заведующий кафедрой правовых дисциплин, ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева», г. Саранск.

Работа поступила в редакцию 05.12.2014.

УДК 811.512'1

РЕАЛИЗАЦИЯ ФРЕЙМА «ОХОТА» В ЯЗЫКОВОЙ КАРТИНЕ МИРА ТЕЛЕУТОВ

Араева Л.А., Ли С.И.

ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет», Кемерово, e-mail: rector@kemsu.ru

Статья посвящена анализу охотничьей лексики телеутского языка в пропозиционально-фреймовом аспекте. На сегодняшний день телеутский язык используется лишь в быту. Стремительно сокращается численность носителей языка. Язык считается умирающим. Способствовать сохранению особенностей мировидения телеутов, их исконной языковой картины мира может создание пропозиционально-фреймового словаря. Разработкой данного словаря занимаются исследователи Кемеровской дериватологической школы. Телеуты – коренной народ в Российской Федерации, один из самых малочисленных народов юга Западной Сибири. Численность телеутов в Кемеровской области составляет около 2,5 тыс. человек. Эта народность тюркского происхождения. Телеуты – это кочевой народ. Кочевой образ жизни – это особая социокультурная система, специфический культурный тип, связанный с особым образом жизни, мировоззрением, ценностями. Кочевой образ жизни сыграл важнейшую роль в создании оригинальной телеутской культуры. Особую роль в хозяйстве телеутов-кочевников играла охота, поэтому охотничья лексика довольно богато представлена собственными телеутскими наименованиями. Сохранение особенностей мировидения телеутов, их уникальной языковой картины мира на сегодняшний день является актуальной задачей.

Ключевые слова: телеутский язык, пропозиция, фрейм, охотничья лексика, пропозиционально-фреймовый словарь

REALIZATION OF THE FRAME «HUNT» IN THE TELEUT'S LINGUISTIK PICTURE OF THE WORLD

Araeva L.A., Li S.I.

Kemerovo State University, Kemerovo, e-mail: rector@kemsu.ru

This article analyzes the hunting vocabulary of the Teleut language in propositional and frame aspects. Nowadays the Teleut language is only used in the home. Number of native speakers is rapidly declining. The language is considered to be dying. Contribute to the preservation of features Teleut's worldview, their native language picture of the world can create a propositional-frame dictionary. Development of this dictionary are engaged researchers of the Kemerovo word-building school. Teleuts is indigenous people in the Russian Federation, one of the small peoples of the south of Western Siberia. Number Teleuts in the Kemerovo region is about 2,5 thousand. People. This ethnic group of Turkic origin. Teleuts – a nomadic people. Teleuts – nomadic people. Nomadic way of life – a special socio-cultural system, specific cultural type associated with a particular way of life, worldview, values. Nomadic way of life has played a crucial role in the creation of original Teleut's culture. A special role in the economy Teleuts nomadic hunting played, so hunting vocabulary quite richly represented Teleut own names. Saving features Teleuts worldview, their unique language picture of the world is the actual problem today.

Keywords: the Teleut language, proposition, frame, hunting vocabulary, propositional-framing dictionary

Телеуты (самоназвание – *теленгеттер, тадар, байат-начат*) – коренной народ в Российской Федерации, один из самых малочисленных народов юга Западной Сибири. Численность телеутов в Кемеровской области составляет около 2,5 тыс. человек. Эта народность тюркского происхождения. Основная масса телеутов проживает по рекам Большой и Малый Бачат в Беловском районе Кемеровской области в селах Беково (телеутское название Кресту), Челухоево (*Ары Байат* «по другую сторону р. Бачат»), Верховская (*Сас*), Шанда (*Шаанды*), Новобачаты (*Таш Комир*), Черта, Большой Улус. В Горном Алтае они проживают в долинах рек Черги, Семы, Чергушки в сёлах Мыйту, Улус-Черга Шебалинского района, в долинах рек Маймы, Иши и на правом берегу реки Катунь Майминского района. В Алтайском крае телеуты живут в Заринском, Кытмановском и Чулышманском районах. Отдельная группа телеутов

живёт в посёлке Телеут (*Том*) в черте города Белово. В отличие от алтайцев, они не имеют своей государственной территории, язык телеутов является бесписьменным, несмотря на то, что у них есть свой алфавит.

Данная статья посвящена пропозиционально-фреймовому анализу охотничьей лексики телеутского языка. Языковой материал был собран во время полевых экспедиций 2013, 2014 гг. Использовались материалы русско-телеутского и телеутско-русского словарей [3, 4]. Словарная статья по фрейму «Охота» сдана в Пропозиционально-фреймовый словарь телеутского языка, написана студентами после экспедиции 2014 г.

Телеутский язык до настоящего времени практически не изучался и долгое время не имел самостоятельного статуса в лингвистической литературе, а описывался как один из южных диалектов алтайского языка. И лишь в 70-х годах XX века появляется иная точка зрения, согласно которой язык

телеутов рассматривается как самостоятельный объект исследования, без диалектной отнесенности к алтайскому языку.

На сегодняшний день телеутский язык является одним из малочисленных языков коренных народов Севера. Носителями языка он используется только в быту, на нем не написано ни одной книги представителями этой народности. Сейчас телеуты активно общаются с русским населением, перенимая его традиции, обряды, религию, поэтому культурная специфика этого народа постепенно стирается; меняется свойственный телеутам образ мышления.

Сохранение особенностей мировидения телеутов, их уникальной языковой картины мира на сегодняшний день является актуальной задачей. Способствовать этому может создание пропозиционально-фреймового словаря, идея написания которого принадлежит Л.А. Араевой [1, 2]. Разработкой данного словаря занимаются исследователи Кемеровской дериватологической школы.

Телеуты – кочевой народ, обосновавшийся на территории южной Сибири. Кочевой образ жизни – это особая социокультурная система, специфический культурный тип, связанный с особым образом жизни, мировоззрением, ценностями. Кочевой образ жизни сыграл важнейшую роль в создании оригинальной телеутской культуры.

Важнейшая роль в хозяйстве телеутов-кочевников принадлежала охоте, поэтому охотничья лексика довольно богато представлена телеутскими наименованиями. В отличие, например, от пчеловодческой, где лексика в основном состоит из русских заимствований и пропозиционально связанных описательных оборотов. Например, наименование профессии пчеловод/пасечник в телеутском языке представлено описательным оборотом, в основе которого находится пропозициональная структура (ПС) S (человек/мужчина) – Р (держит) – О (пчел): *аару тутжитан кижги* – человек, который держит пчёл (пчеловод). Пропозициональная связанность слов проявляет особенности когнитивно-дискурсивного взгляда на мир телеутов, специфику их мировидения, представленную в языковой картине мира» [3, с. 91].

Целью нашей работы является моделирование фрейма «охота», представляющего фрагмент языковой картины мира телеутов. Фрейм – это один из центральных понятий в когнитивной лингвистике. Когнитивный подход позволяет связывать ментальную деятельность с репрезентацией ее в языке. Одной из единиц схемной репрезентации знаний является фрейм, который по свое-

му содержанию носит пропозициональный характер: выражается с помощью структур «предикат – аргумент», являющихся общей формой выражения знаний при вербальной передаче.

В работе анализируются следующие тематические группы лексем, вербализующих фрейм «охота»:

- охота как процесс;
- наименования пристанища охотников;
- наименования оружия, используемого на охоте;
- наименования охотничьих средств и приспособлений;
- наименования промысловых животных;
- наименования мест обитания животных;
- наименования спортивных игр, связанных с охотой.

Проанализируем состав и пропозиционально-фреймовую организацию охотничьей лексики телеутского языка.

Охота как процесс

Охота реализуется через пропозициональную структуру «действие – место действия» в пределах взаимосвязанных пропозиций (П), проявляя ассоциативность мышления телеутского народа, которая свойственна и представителям других наций и народностей:

П1 Андаары – охота; П2 «место охоты»: Агаш – лес, Жалаң – поле, Ыши – тайга.

Действие совершается субъектом, поэтому вполне естественным является именование субъекта в пределах ПС «субъект – действие – (объект)»:

П1 «человек, занимающийся охотой на зверя»: Аңчы – охотник;

П2 «действие»: Андаарга – охотиться.

Наименования пристанища охотников

Охотники охотятся иногда несколько дней, для чего необходимо пристанище.

Именование пристанища охотников репрезентируется в пределах ПС «место – действие – время». Пристанище, где останавливаются охотники, именуется в зависимости от времени года: *Қышту* – зимнее пристанище охотника (*Қыш* – зима); *Талаң* – летнее пристанище охотника (*Тай* – лето). В русском языке пристанище охотников также именуется по времени года: *зимовье, летник*.

Наименования оружия

Охотники охотятся на промысловых животных с помощью определенных средств, наименования которых реализуются в границах ПС «(субъект) – орудие – средство – действие». Телеуты во время охоты использовали следующее оружие:

Мылтық – ружьё, *Ұйа* – лук, *пычақ* – нож (данный вид ножа, сделанный из костей лося, марала, использовался при охоте на медведя в берлоге. В прежние времена у охотников не было ружья, поэтому приходилось охотиться при помощи подручных средств. В конце декабря – начале января в лютые морозы медведь спит очень крепко. В это время охотники идут к заранее найденной берлоге, один из них тихо спускается вовнутрь, ударяет медведя ножом в область сердца и быстро вытаскивает клинок и отскакивает).

Наименования охотничьих средств и приспособлений

Средства для охоты: *Оқ* – пуля, *Оок* – дробь, *Таары* – порох, *жаа* – стрела, *ыргақ* – крюк (с помощью крюка цепляли суслика: *жыбран қаптыраға* – цеплять суслика), *капқан* – капкан (брали две плоских доски, прикрепленных с одного конца железом, подобно капкану. На нижнюю доску кладут мясо (при охоте на соболя) или кедровую шишку (при охоте на белку), а верхнюю доску подпереть специально приготовленной тонкой палкой. Когда зверек подходит к приманке, верхняя доска падает, и зверек попадает в капкан.), *каптырға* – патронташ.

Снаряжение для верховой езды – седло – *ээр*, узда – *уйген*, бич – *камча*, волосяные веревки – *аркан*, ремни – *кайыш* и т.д. Приспособления и оружие для охоты хранились на мужской половине юрты (юрты телеутов традиционно делились на мужскую и женскую половину).

Наименования промысловых животных

Лексические единицы, обозначающие промысловых животных, формируются в рамках ПС «(субъект) – действие – объект – результат». Традиционным промыслом телеутов была охота как верхом – на зайцев (*Қойон*), лисиц (*Тижи түлкі*), волков (*Пөри*), так и на лыжах – на медведей (*Айу*), колонков (*сарас*), ласок (*токтонок*), соболей (*Киши*), лосей (*Эркек*), косуль (*теке*), маралов (*сыгын*), рысей (*шүлүзин*). Из птиц охотились на уток (*Өртөк*), перепелок (*Пөднө*), рябчиков (*Сында*), глухарей (*Чай*), тетеревов (*Күртүк*), куропаток (*Агуна*), куликов (*қонырла*), из мелких зверьков – на кротов (*номон*), хорьков (*Күзен*), сусликов (*Жыбран*), хомяков (*Камак*), сурков (*Сууры*), барсуков (*Порсық*), белок (*Тыйың*).

Как следует из названий представительней животного мира, на которых телеуты охотились, промысловых животных, птиц и маленьких зверьков в тайге было много. Охота на них позволяла телеутам питаться мясом застреленных на охоте животных,

шить одежду из их шкур, а также использовать выделанные шкуры для покрытия юрт.

Наименования мест обитания животных

Также в телеутском языке есть наименования мест обитания животных: *Тянгуси* – берлога, *Ұйа* – гнездо, *Ұн* – нора.

Наименования спортивных игр, связанных с охотой

Современные национальные спортивные игры связаны с охотой. Например, *Ұйад адыш* – стрельба из лука, *Малдармынаң чаңалар* – конные скачки, *Тибек* – набивание ногой медного пяточка, обтянутого шкурой животного, *Малакай* – сбивание кнутом косточек.

Охота имела сакральное значение для телеутов-кочевников. *Энезиниң сүдиңең палаң сагыжына кирқалатаң, олаңчы полор* – с молоком матери ребёнку в сознание входило то, что он будет охотником. Ассоциативно связанная охотничья лексика телеутов проявляет особенности их занятий, основным из которых являлась охота. Самым вкусным мясом и до настоящего времени телеуты считают мясо суслика. Анализ других фреймов позволяет увидеть взаимодействие их посредством фамильного сходства. Так, именованья пристанищ охотников входят во фрейм «жилище», лексемы, обозначающие мясо животных, оказываются значимыми во фреймах «еда» и «свадьба». Средства для коня, необходимые во время охоты, важны для фрейма «коневодство». Места, где охотятся телеуты, значимы для сбора ягод и грибов. Таким образом, фреймы, имея размытые границы за счет полифункциональности именованных предметов и явлений действительности, находятся в постоянном взаимодействии, создавая особый, динамичный колорит картины мира телеутов.

Выход из употребления одного из фреймов качественно изменяет картину мира. Как, например, это произошло с фреймом «шаманизм», выход, из употребления которого связан со сменой вероисповедания телеутов: с переходом от шаманизма к христианству. Задача лингвистов заключается в том, чтобы описать бытующие в настоящее время фреймы, значимые для повседневной жизни телеутов. Фреймы, которые сохранились в долговременной памяти представителей старшего поколения, важно записать с тем, чтобы молодое поколение телеутского народа (многие из которых в настоящее время учатся в вузах Кузбасса) знало жизненный уклад своих предков.

Хочется верить, что телеутский язык станет письменным, то есть на этом языке

телеуты будут писать о жизни и традициях своего народа. Экспедиции; Пропозиционно-фреймовый словарь телеутского языка; статьи, готовящаяся монография, в которой будет описана языковая картина мира телеутов; спектакль в стиле вербатим, который в 2015 году будет поставлен на сцене Драматического театра в городе Кемерово (на читках присутствуют помимо критиков, представителей СМИ, и телеутов), – все это способствует повышению самосознания коренного малочисленного народа Кузбасса.

Исследование выполнено при поддержке РГНФ, проект № 14-04-0556.

Список литературы

1. Араева Л.А. Фреймово-пропозиционный электронный словарь как основа эффективности межкультурной коммуникации и изучения иностранных языков // Теоретические и практические аспекты лингвообразования: прикладная лингвистика и обучение иностранному языку в вузе: сб. науч. ст. / под ред. Л.С. Зникиной. – Кемерово: ГУ КузГТУ, 2009.
2. Араева Л.А. Электронный пропозиционно-фреймовый многоязычный словарь как основа толерантной межкультурной коммуникации // Вестник Кемеровского государственного университета культуры и искусств. Кемерово: КемГУКИ, 2008. – № 5. – С. 48–50.
3. Максакова Е.Е. Пропозиционно-фреймовый словарь телеутского языка (на примере рассмотрения словарной статьи «Рождение ребенка») // Вестник Кемеровского

государственного университета культуры и искусств. Кемерово: КемГУКИ, 2012. – № 20. – С. 89–96.

4. Русско-телеутский словарь / под ред. Л.Т. Рюминой-Сыркашевой, Н.М. Рюмина. Кемерово: Кузбассвузиздат, 2002.

5. Телеутско-русский словарь / под ред. Л.Т. Рюминой-Сыркашевой. Кемерово: Кузбассвузиздат, 1995.

References

1. Araeva L.A. Frejmovo-propozitsional'nyj elektronnyj slovar' kak osnova effektivnosti mezh'kul'turnoi kommunikatsii i izucheniya inostrannyh jazykov [Theoretic and practice aspects of lingvo-education] (Kemerovo, 2009).
2. Araeva L.A. Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta kul'tury i iskusstv [Bulletin of Kemerovo State University of culture and arts], 2008, no 5, pp. 48–50.
3. Maksakova E.E. Propozitsional'no-frajmovyj slovar' teleutskogo jazyka (na primere rassmotrenia slovarnoj statji «Rog'denie rebenka») [Bulletin of Kemerovo State University of Culture and Arts], 2012, no 20, pp. 89–96.
4. Russko-teleutskij slovar' / pod red. L.T. Rjuminoj-Syrkashevoj, N.M. Rjumina. Kemerovo: Kuzbassvuzizdat, 2002.
5. Teleutsko-russkij slovar' / pod red. L.T. Rjuminoj-Syrkashevoj. Kemerovo: Kuzbassvuzizdat, 1995.

Рецензенты:

Ким Л.Г., д.ф.н., профессор, декан, заведующий кафедрой русского языка, ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет», г. Кемерово;

Катышев П.А., д.ф.н., профессор, ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет», г. Кемерово.

Работа поступила в редакцию 05.12.2014.

УДК 811.111 : 615.1 (045)

КЛАССИФИКАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ АББРЕВИАТУР, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ В СПЕЦИАЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЕ (НА МАТЕРИАЛЕ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА)

Барбашёва С.С., Куркина А.В.

*ГБОУ ВПО «Самарский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Самара,
e-mail: barbasheva-s@mail.ru, kurkina-av@yandex.ru*

За последнее десятилетие чрезвычайно увеличилось количество и разнообразие сокращений в фармацевтической и медицинской литературе. В связи с этим возникла необходимость изучения, упорядочения, грамотного толкования и перевода сокращенных лексических единиц для улучшения профессиональной коммуникации, что является важнейшим вопросом для докторов, фармацевтов, а также интересной темой изучения для лингвистов. Данная статья посвящена исследованию аббревиатур, используемых в современной фармации. В результате обзора периодических англоязычных изданий, словарей и другой литературы, авторами были выделены основные категории фармацевтических аббревиатур. Впервые была создана классификация данных сокращений, а также рассмотрены способы их образования. Проведенный типологический анализ английских сокращений позволил выделить пятнадцать категорий аббревиатур, применяемых в фармацевтических литературных источниках. Самой распространенной группой фармацевтических аббревиатур являются лексические аббревиатуры, которые представлены инициальными сокращениями, апокопой, а также акронимами.

Ключевые слова: аббревиатура, классификационный потенциал, аферез, апокопа, акроним, фармация

CLASSIFICATION POTENTIAL OF ENGLISH PHARMACEUTICAL ABBREVIATIONS USED IN PROFESSIONAL LITERATURE

Barbashjova S.S., Kurkina A.V.

Samara State Medical University, Samara, e-mail: barbasheva-s@mail.ru, kurkina-av@yandex.ru

Nowadays the number and variety of abbreviations in pharmaceutical and medicinal literature are extremely increased. In this case it is very important to study, to organize, to make competent interpretation and correct translation of abbreviated lexical units. It will help to improve the professional communication of medical specialists as it is a top mind issue for doctors, pharmacist and interesting concept for linguists. This article is devoted to the study of abbreviations used in the modern pharmacy. As a result of the periodic review of the original English-language publications, dictionaries and other literature, the authors have identified the main categories of pharmaceutical abbreviations. For the first time, we classified these abbreviations and discussed methods for their creation. Typological analysis of English abbreviations was carried out which provided the opportunity to mark out fifteen categories of abbreviations used in the pharmaceutical literature. The most common group of pharmaceutical abbreviations are lexical abbreviations, which are represented by the initial abbreviations, apocope and acronyms.

Keywords: abbreviation, classification potential, apheresis, apocope, acronym, pharmacy

Профессиональный язык медицины, как можно отметить при его тщательном лингвистическом рассмотрении, в огромной степени стереотипен, идиоматичен, насыщен речевыми штампами. Речевые единицы, используемые в устной и письменной речи, предельно конкретны и лаконичны. Кроме того, обращает на себя внимание отсутствие сложных грамматических конструкций, что объясняется спецификой деятельности. Стремление к речевой экономии является одним из главных законов развития языка, и язык медицины не является исключением. По причине избыточности информации на всех уровнях многокомпонентные термины сокращаются – сначала на письме, а затем и в устной речи. Стремление сэкономить время и усилия воплотилось в появлении огромного количества сложносокращенных слов – аббревиатур, и их число неуклонно растет с каждым годом.

Ежегодно арсенал медицинской лексики пополняется сотнями новых наименований, при этом используются различные языковые источники. Более 60% медицинской информации публикуется на английском языке. Особенно велик прирост названий для новых способов инструментального обследования и диагностики, а также в динамично развивающихся отраслях медицины, таких как кардиохирургия, нейрохирургия, иммунология и другие, вследствие чего возникают новые лексические единицы, в том числе и аббревиатуры. Следует отметить, термин «аббревиатура» мы понимаем и используем в нашей работе в широком смысле, то есть, как любое сокращение.

В последние годы наблюдается стремительный темп развития в российской фармации, что меняет не только саму научно-практическую отрасль, но и фармацевтическую лексику в целом. Это проявляется в расширении предметной области [9].

Отличительной особенностью данной специальности является то, что она включает в себя знания таких дисциплин как фармакология, фармацевтическая технология, экология, биохимия, ботаника, фармацевтическая химия, токсикологическая химия, органическая химия, неорганическая химия, фитотерапия, фармакогнозия (наука о лекарственных растениях и лекарственных препаратах на их основе), представляя собой, таким образом, некий многогранный конгломерат. При этом одним их важнейших направлений в структуре фармации также рассматривается фармакоэкономика. Достаточно мощный вектор развития в настоящее время приобретает биотехнология. Большое внимание ученых сейчас уделяется проблемам валидации и вопросам менеджмента качества. Кроме того, фармация тесно переплетена с медициной и с ее языком.

Наряду с положительной стороной развития в фармации исследователи отмечают серьезные терминологические проблемы. Наблюдается резкое увеличение числа терминов, вошедших в обращение на фоне отсутствия целенаправленных терминологических исследований, выполняемых по специальному, научно обоснованному правилам. Сложилась ситуация, при которой затрудняется работа законодательных и ведомственных (нормативных) документов, нарушается однозначность понимания концептуальных основ фармации действующими и будущими специалистами [9].

Кроме того, в последние десятилетия необходимость создания новых терминов в свою очередь также неуклонно привела к так называемому «аббревиатурному взрыву» (итал. *abbreviatura*, лат. *brevis* – краткий), т.е. к появлению в фармации огромного числа профессиональных сокращений и аббревиатур. Использование данных сокращений нередко приводит к непониманию между специалистами. Такое критическое проблемное состояние не отвечает современным тенденциям развития мировой фармации и медицины.

Как известно, сокращения часто являются самыми трудными для понимания и перевода элементами устной и письменной речи. В результате исследований, проведенных американскими учеными, было установлено, что лишь половина всех аббревиатур, используемых врачами одной специальности, правильно понимается специалистами других отраслей медицины [29].

Около половины всех медицинских ошибок, произошедших в стационарах, связаны с проблемами общения, понимания и взаимодействия. По данным Institute for Safe Medication Practices, некоторые аббревиатуры, будучи использованы при назначе-

нии лекарственных препаратов, могут быть причиной неправильного понимания назначений средним медицинским персоналом и, как следствие, привести к медицинским ошибкам. В 2001 году многие американские газеты описывали случай, когда из-за ошибки медицинского персонала 9-месячный ребенок получил дозу морфина, превышенную в 10 раз. Медсестра педиатрического отделения не была знакома с аббревиатурой «5 mg», которая соответствует 0,5 мг, и сделала инъекцию в 5 мг [26].

Проблему аббревиации усугубляет неразборчивый почерк медицинского персонала. В Англии есть старая шутка «Doctors go to school to learn how to write badly - Врачи ходят в школу, чтобы научиться плохо, неразборчиво писать». Например, в американских изданиях упоминается случай, когда аббревиатуру HCT250 mg (hydrocortisone 250 – гидрокортизон 250 мг) по ошибке приняли за HCTZ50 (hydrochlorothiazide 50 mg – гидрохлортиазид 50 мг) [29].

Известно, что фармацевтическая специальность должна базироваться на корректности информации, точности и грамотности профессиональных действий, а также на чувстве высочайшей ответственности. Поэтому, по мнению ученых, четкость в работе провизора и фармацевта может обеспечить только своевременная стандартизация фармацевтической терминологии.

В настоящий момент общий взгляд на проблему позволяет увидеть, что если вопросу медицинских сокращений филологами уделяется определенное внимание [1, 5, 12], то тема фармацевтических аббревиатур остается крайне неизученной, несмотря на некоторые попытки специалистов проанализировать данную отрасль [8, 9, 13].

В этой связи, на наш взгляд, является актуальным проведение языкового научно-аналитического исследования в области фармации.

Объектом исследования явились аббревиатуры, используемые в современной фармации.

Цель исследования – изучить закономерности образования и перевода медицинских аббревиатур, используемых в фармации.

Достижение цели исследования обусловило решение следующих **задач**:

1. Изучить основные подходы к классификации аббревиатур.
2. Рассмотреть различные приемы расшифровки и перевода фармацевтических аббревиатур.
3. Проанализировать и выделить категории аббревиатур, применяемых в фармации.

Материалы и методы исследования

При подготовке работы использовался метод сплошной выборки аббревиатур из научной литерату-

ры и медицинских словарей, а также их структурно-типологический анализ.

**Результаты исследования
и их обсуждение**

Проведенный типологический анализ английских сокращений, подготовленный с использованием профессиональной литературы, позволил выделить следующие основные категории, широко применяемые

в современной фармации [2–4, 6, 7, 10, 11, 14–25, 27, 28, 30]. Важно подчеркнуть, что данное исследование представляет собой научный срез на настоящий момент времени, при этом предлагаемая классификация, как и любая другая, является условной. Рассмотрим наиболее характерные примеры аббревиатур и сокращений по каждой из вышеуказанных категорий (таблица).

Категории фармацевтических аббревиатур

№ п/п	Категория	Примеры
1	2	3
1	Система фармацевтического качества	GCP (Good clinical practice) – надлежащая клиническая практика GLP (Good laboratory practice) – надлежащая лабораторная практика SOP (Standard Operating Procedures) – стандартная операционная процедура (подробные стандартные методики проведения экспериментальных работ)
2	Безопасность лекарственного средства	ADR (Adverse drug reaction) – побочная, неблагоприятная реакция на прием лекарства COA (certificate of analysis) – протокол анализа LADMER System (Liberation, Absorption, Distribution, Metabolism, Elimination, Response) – LADMER система – (Высвобождение, Всасывание, Распределение, Метаболизм, Выведение, Ответная реакция) – оценка биологической доступности лекарственных препаратов
3	Фармацевтическая экономика	4P-5P rule : Product (продукт), Price (цена), Promotion (продвижение), Place (цена), Personal (people) – персонал (люди). Маркетинговое микс-правило: нужный товар, в нужном месте, в нужное время, по нужной цене, с нужными людьми. WOM (Word Of Mouth) – устные отзывы, т.е. отзывы, которые дают покупатели во время разговоров между собой. Позитивные отзывы (в т.ч. на лекарства) служат самой важной долгосрочной целью для любой розничной компании. ERP (Enterprise Resource Planning) – система планирования ресурсов предприятия
4	Организации	FAD (Food and Drug Administration) – управление по контролю за продуктами и лекарствами ABPI (Association of British Pharmaceutical Industries) ассоциация британских фармацевтических производителей EMA (European Medicines Agency) – Европейское агентство по лекарствам
5	Структурные подразделения	Lab (laboratory) – лаборатория R&D (Research and Development) – отдел научных исследований и разработок на фармацевтическом производстве QA (Quality assurance) – отдел обеспечения качества на фармацевтическом производстве
6	Ученые степени и должности	PhD (Doctorate or doctor of philosophy degree in pharmacy) – доктор фармацевтических наук QPPV (Qualified Person Responsible for Pharmacovigilance) – квалифицированный сотрудник, ответственный за фармаконадзор CEO (Chief Executive Officer) – главный исполнительный директор
7	Методы фармацевтического анализа	TLC (Thin-layer chromatography) – тонкослойная хроматография (ТСХ) HPLC (High performance liquid chromatography) – высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) GLC (Gas-liquid chromatography) – газожидкостная хроматография LCC (Liquid column chromatography) – жидкостная колоночная хроматография
8	Показатели фармацевтического анализа	WL (Wave length) – длина волны OD (Optical density) – оптическая плотность m.p. (Melting point) – точка плавления

Окончание таблицы		
1	2	3
9	Нормативные документы	USP (United States Pharmacopeia) – Фармакопея США BP или BPh или BritPharm (British Pharmacopoeia) – Британская фармакопея EP или PhEur (European Pharmacopoeia) – Европейская Фармакопея
10	Лекарственная форма	ECT (Enteric-coated tablet) – таблетка с энтеросолюбильным покрытием (растворяющаяся в кишечнике) TTS (Transdermal therapeutic system) (skin patch) (пластырь, трансдермальная терапевтическая система в виде пластыря, трансдермальные лекарственные пленки) DPI (Dry powder inhaler) – порошковые ингаляторы (ингаляторы сухого порошка)
11	Статус лекарственного средства или действующего вещества	OTC (drug) (over the counter) – лекарство, продаваемое без рецепта (лекарство безрецептурного отпуска) NCE (New chemical entity) – новое химическое вещество API (Active pharmaceutical ingredient) – фармацевтическая субстанция (действующее вещество)
12	Фармакологическая активность	VIA (Virus inactivating agent) – антивирусное средство AED (Antiepileptic drug) – антиэпилептическое средство AOA (Antioxidant activity) – антиоксидантная активность
13	Биологически активные вещества	EFA (Essential fatty acid) – незаменимая жирная кислота NSAID (Non-steroidal anti-inflammatory drug) – нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП) ASA (Acetylsalicylic acid) – ацетилсалициловая кислота
14	Названия химических элементов	K (Kalium; potassium) – калий Oxy (Oxygen) – кислород N (Nitrogen) – азот
15	Производство и изготовление лекарственных средств	PW (Purified water) – вода очищенная WFI (Water for injection) – вода для инъекции PIL (Patient information leaflet) или PIS (Patient information sheet) – листок-вкладыш в упаковке препарата (информационный листок для пациента)

К интересным наблюдениям при рассмотрении фармацевтических сокращений можно отнести тот факт, что одна и та же аббревиатура в различных источниках имеет различные варианты написаний, например: **BP** или **BPh** или **BritPharm** (British Pharmacopoeia) – Британская фармакопея, а также **EP** или **PhEur** (European Pharmacopoeia) – Европейская Фармакопея, что подтверждает актуальность данного языкового исследования. В этой связи готовность специалиста к таким ситуациям, а также знание механизмов аббревиации является важной составляющей грамотности врача и провизора. В свою очередь это будет способствовать повышению уровня медицинской помощи и качеству жизни пациента соответственно.

Необходимо отметить, что сложность и разнообразие процессов аббревиации обуславливает наличие большого количества классификаций аббревиатурных номинаций, основанных на различных принципах. Традиционной и общепринятой можно назвать классификацию сокращенных единиц в зависимости от их употребления в устном и письменном дискурсе. В данной классификации аббревиатур выделяют три большие группы: графические, лексические и синтаксические.

Определено, что самой распространенной группой фармацевтических аббревиатур являются лексические аббревиатуры, которые представлены:

1. Аббревиатурами инициального типа: **AR** (analytical reagent) – химический реактив, **DW** (Distilled water) – дистиллированная вода, **PIS** (patient information sheet) – листок-вкладыш в упаковке препарата (информационный листок для пациента), **NSAID** (non-steroidal anti-inflammatory drug) – нестероидные противовоспалительные препараты НПВП.

2. Аббревиатурами, образованными при помощи усечения одного или нескольких слогов в конце слова, которые называются апокопа. Например: **insol.** (insoluble) – нерастворимый, **subst.** (substance) – вещество, **liq.** (liquid) – жидкость, **caps** (capsule) – капсула, **tab.** (tablet) – таблетка.

3. Акронимами, т.е. аббревиатурами, образованными начальными буквами и фактически представляющие собой слово – diethyl azodicarboxylate (DEAD) – диэтил азодикарбоксилат.

На втором месте по степени употребления идут аббревиатуры графического типа, например: **w/o emulsion** (Water-in-

oil-emulsion) – эмульсия типа «вода в масле», **s.s.** (Sterile solution) – стерильный раствор, **n.d.** (Narcotic drugs или Nonproprietary drugs) – наркотические средства или второй вариант обозначения сокращений – непатентованные лекарственные средства.

Самой малочисленной группой фармацевтических аббревиатур являются синтаксические сокращения, которые представлены эллиптическими аббревиатурами, например: **nitric** (nitric oxide) – оксид азота.

Кроме того, при анализе фармацевтических периодических изданий можно отметить использование авторами статей некоторых сокращений, упрощающих написание публикации и восприятие текста читателем, что является традиционным подходом при написании научной работы. Например, **STLs** (sesquiterpene lactones – сесквитерпеновые лактоны); **ADEO** (*Artemisia dracunculoides* L. essential oil – эфирное масло полыни эстрагон); **MCEO** (*Matricaria chamomilla* L. essential oil – эфирное масло ромашки аптечной); **SNRE** (stinging nettle root extract – экстракт корней крапивы двудомной); **SPFE** (saw palmetto fruit extract – экстракт плодов пиловидной пальмы) [15, 21, 24]. На наш взгляд, данные сокращения не требуют включения в словари, а используются только для удобства читателя.

Закключение

В настоящее время аббревиатура является достаточно продуктивным способом английской терминосистемы. Инициальные и апокопные сокращения являются самыми распространенными видами английских фармацевтических аббревиатур.

Несмотря на «упрощение формальной структуры языковой единицы», сокращения часто являются самыми трудными для понимания и перевода элементами устной и письменной речи и требуют специальных знаний и повышенного внимания. Для уменьшения вероятности ошибок при их понимании и переводе рекомендуется применение только стандартных аббревиатур и введение запрета на использование сокращений в любых медицинских записях, особенно тех, которые имеют отношение к названиям лекарственных препаратов и к режиму их дозирования. Однако реализовать это на практике представляется весьма затруднительным из-за стремительного роста и разнообразия аббревиатур. Результаты проведенного исследования показали, что существует большое количество фармацевтических аббревиатур, не зафиксированных имеющимися на российском рынке словарями. Например: **АРАР** – (acetaminophen) – препарат «Ацетаминофен» (действующее вещество парацетамол), **ЛАН** (lithium aluminum hydride) – аллюмогидрид лития (аланат лития), **НЕК** – (human embryonic

kidney) – первичная почка эмбриона человека, **HPLC** (high-performance liquid chromatography) – ВЭЖХ – высокоэффективная жидкостная хроматография и др.

В связи с этим возникает необходимость создания словаря современных фармацевтических сокращений, предназначенного для студентов медицинских вузов, врачей, переводчиков и специалистов фармацевтической индустрии.

Список литературы

1. Авраменко А.А., Барбашёва С.С. Англо-русский словарь современных медицинских аббревиатур. – Самара: ООО «Криптен-Волга», 2011. – 112 с.
2. Аджигитов Г.Н., Аджигитов Р.Г. Англо-русский медико-биологический словарь сокращений. – М.: Наука, 2001. – 426 с.
3. Аджигитов Г.Н., Бениомович М.С., Чикорин А.К. Англо-русский медицинский словарь терминов. 4-е изд., стереотип. – М.: РУССО, 2000. – 608 с.
4. Чучалин А.Г. Англо-русский медицинский энциклопедический словарь. 2-е изд. исправ. – М.: ГЭОТАР-МЕД, 2003. – С. 697–701.
5. Барбашёва С.С., Авраменко А.А. Особенности перевода аббревиатур в англоязычном медицинском тексте (на материале терминологии кардиологии) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2011. – Т. 13, № 2 (40) (4). – С. 911–916.
6. Волмянская О.А. Англо-русский словарь для специалистов-медиков. – Мн.: «Асар», 2000. – 304 с.
7. Вольфберг Д.М., Лойт А.О. Англо-русский и русско-английский токсикологический словарь=English-Russian and Russian-English Dictionary of Toxicology. СПб.: Филологический факультет СПбГУ; М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 288 с.
8. Комментарий к Руководству Европейского Союза по надлежащей практике производства лекарственных средств для человека и применения в ветеринарии / Под ред. С.Н. Быковского, И.А. Василенко, С.В. Максимов. – М.: Перо, 2014. – 488 с.
9. Коржавых Э.А., Мошкова Л.В. Методика упорядочения фармацевтической терминологии // Экономический вестник фармации. – 2002. – № 8. – URL: rudocctor.net/medicine2009/bz-lw/med-zmdyk.htm.
10. Кутелова М.М. Краткий англо-русский русско-английский словарь-справочник химических терминов с произношением. – М.: Экзамен, 2006. – 318 с.
11. Марковина И.Ю., Бабченко Е.В., Максимова З.К. Англо-русский медицинский словарь. – М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2008. – 896 с.
12. Семенчук И.В., Мечковская Н.В. Особенности образования и перевода медицинских сокращений и аббревиатур, используемых в клинике и диагностике заболеваний желудочно-кишечного тракта // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. – 2012. – № 3. – С. 78–80.
13. Телекулова А.М. Аббревиатура в английской фармацевтической терминологии // Сборник материалов VIII Всероссийской итоговой студенческой конференции «Студенческая наука и медицина XXI века: традиции, инновации и приоритеты», посвященной 95-летию СамГМУ. – Самара, 2014. – С. 217–218.
14. An A-Z of medicinal drugs. Second edition. – Oxford University Press. – 2010. – 659 p.
15. Ayoughi F., Barzegar M., Sahari M.A., Naghdibadi H. Chemical compositions of essential oils of *Artemisia dracunculoides* L. and endemic *Matricaria chamomilla* L. and an evaluation of their antioxidative effects // J. Agr. Sci. Tech. – 2011. – Vol. 13. – P. 79–88.
16. Birgit Bley. Dictionary of pharmaceutical industry and research. Concise edition. English-German. German-English. – Langenscheidt. – Berlin-Munchen-Wien-Zurich-New York. – 336 p.
17. Buchler M., Jaehnic K., Matzig G., Weindler T. Textbook «English for the Pharmaceutical Industry». – Oxford, University Press, 2010. – 96 p.
18. Fay K. Kessler, Marissa R. Kessler, Diana J. Auyeung, Joseph Ritter. Glucuronidation of Acetaminophen Catalyzed by Multiple Rat Phenol UDP-Glucuronosyltransferases // Drug Metabolism and Disposition. – 2002. – Vol. 30, № 3. – P. 324–330.

19. Ganzera M., Muhammad I., Khan R.A., Khan I.A. Improved method for the determination of oxindole alkaloids in *Uncaria tomentosa* by high performance liquid chromatography // *Planta Medica*. – 2001. – Vol. 67. – P. 447–449.
20. Jannin B., Menzel M., Berlot J.-P., Delmas D., Lancon A., Latruffe N. Transport of resveratrol, a cancer chemopreventive agent, to cellular targets: plasmatic protein binding and cell uptake // *Biochemical Pharmacology*. – 2004. – Vol. 68. – P. 1113–1118.
21. Koch E. Extracts from fruits of saw palmetto (*Sabal serrulata*) and roots of stinging nettle (*Urtica dioica*): viable alternatives in the medical treatment of benign prostatic hyperplasia and associated lower urinary tracts symptoms // *Planta Medica*. – 2001. – Vol. 67. – P. 489–497.
22. Lopes-Lutz D., Alviano D.S., Alviano G.S., Kolodziejczyk P.P. Screening of chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of *Artemisia* essential oils // *Phytochemistry*. – 2008. – Vol. 69. – P. 1732–1738.
23. Rupert K., Spiteller G. Terpene diols and terpene diol glucosides from roots of *Urtica dioica* // *Phytochemistry*. – 1991. – Vol. 30, No. 4. – P. 1203–1206.
24. Schmidt T.J., Matthiesen U., Willuhn G. On the stability of sesquiterpene lactones in the official *Arnica* tincture of the German Pharmacopoeia // *Planta Medica*. – 2000. Vol. 66. – P. 678–681.
25. Schwarz M., Klier B., Sievers H. Herbal reference standards // *Planta Medica*. – 2000. – Vol. 75. – P. 689–703.
26. The Institute for Safe Medication Practices. Please don't sleep through this wake up call. ISMP Medication Safety Alert, May 2, 2001. – P. 816.
27. Tzakou O., Pitarokili D., Chinou I.B., Harvala C. Composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Salvia ringens* // *Planta Medica*. – 2001. – Vol. 67. – P. 81–83.
28. Vlietinck A., Pieters L., Apers S. Legal requirements for the quality of herbal substances and herbal preparations for the manufacturing of herbal medicinal products in the European Union // *Planta Medica*. – 2000. – Vol. 66. – P. 678–681.
29. Walsh K.E., Gurwitz J.H. Medical abbreviations: writing little and communicating less // *Archives of Disease in Childhood*. – 2008. – Vol. 93, № 10. – P. 816–817.
30. Wolfender J.-L. HPLC in natural product analysis: the detection issue // *Planta Medica*. – 2009. – Vol. 75. – P. 719–734.
- kishechnogo trakta // *Zhurnal Grodnenskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta*, 2012. no. 3. pp. 78–80.
13. Telekulova A.M. Abbreviatura v anglijskoj farmaceuticheskoj terminologii // *Sbornik materialov VIII Vserossijskoj itogovoj studencheskoj konferencii «Studencheskaya nauka i medicina XXI veka: tradicii, innovacii i priority»*, posvyashhennoj 95-letiyu SamGMU. – Samara, 2014. pp. 217–218.
14. An A-Z of medicinal drugs. Second edition. – Oxford University Press. 2010. 659 p.
15. Ayoughi F., Barzegar M., Sahari M.A., Naghdibadi H. Chemical compositions of essential oils of *Artemisia dracuncululus* L. and endemic *Matricaria chamomilla* L. and an evaluation of their antioxidative effects // *J. Agr. Sci. Tech*. 2011. Vol. 13. pp. 79–88.
16. Birgit Bley. Dictionary of pharmaceutical Industry and research. Concise edition. English-German. German-English. – Langenscheidt. – Berlin-München-Wien-Zürich-New York. 336 p.
17. Buchler M., Jaehnic K., Matzig G., Weindler T. Textbook «English for the Pharmaceutical Industry». – Oxford, University Press, 2010. 96 p.
18. Fay K., Kessler, Marissa R., Kessler, Diana J., Auyeung, Joseph Ritter. Glucuronidation of Acetaminophen Catalyzed by Multiple Rat Phenol UDP-Glucuronosyltransferases // *Drug Metabolism and Disposition*. – 2002. Vol. 30, no. 3. pp. 324–330.
19. Ganzera M., Muhammad I., Khan R.A., Khan I.A. Improved method for the determination of oxindole alkaloids in *Uncaria tomentosa* by high performance liquid chromatography // *Planta Medica*. 2001. Vol. 67. pp. 447–449.
20. Jannin B., Menzel M., Berlot J.-P., Delmas D., Lancon A., Latruffe N. Transport of resveratrol, a cancer chemopreventive agent, to cellular targets: plasmatic protein binding and cell uptake // *Biochemical Pharmacology*. 2004. Vol. 68. pp. 1113–1118.
21. Koch E. Extracts from fruits of saw palmetto (*Sabal serrulata*) and roots of stinging nettle (*Urtica dioica*): viable alternatives in the medical treatment of benign prostatic hyperplasia and associated lower urinary tracts symptoms // *Planta Medica*. 2001. Vol. 67. pp. 489–497.
22. Lopes-Lutz D., Alviano D.S., Alviano G.S., Kolodziejczyk P.P. Screening of chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of *Artemisia* essential oils // *Phytochemistry*. 2008. Vol. 69. pp. 1732–1738.
23. Rupert K., Spiteller G. Terpene diols and terpene diol glucosides from roots of *Urtica dioica* // *Phytochemistry*. 1991. Vol. 30, no. 4. pp. 1203–1206.
24. Schmidt T.J., Matthiesen U., Willuhn G. On the stability of sesquiterpene lactones in the official *Arnica* tincture of the German Pharmacopoeia // *Planta Medica*. 2000. Vol. 66. pp. 678–681.
25. Schwarz M., Klier B., Sievers H. Herbal reference standards // *Planta Medica*. 2000. Vol. 75. P. 689–703.
26. The Institute for Safe Medication Practices. Please don't sleep through this wake up call. ISMP Medication Safety Alert, May 2, 2001. – P. 816.
27. Tzakou O., Pitarokili D., Chinou I.B., Harvala C. Composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Salvia ringens* // *Planta Medica*. 2001. Vol. 67. P. 81–83.
28. Vlietinck A., Pieters L., Apers S. Legal requirements for the quality of herbal substances and herbal preparations for the manufacturing of herbal medicinal products in the European Union // *Planta Medica*. 2000. Vol. 66. P. 678–681.
29. Walsh K.E., Gurwitz J.H. Medical abbreviations: writing little and communicating less // *Archives of Disease in Childhood*. 2008. Vol. 93, no. 10. pp. 816–817.
30. Wolfender J.-L. HPLC in natural product analysis: the detection issue // *Planta Medica*. 2009. Vol. 75. pp. 719–734.

References

1. Avramenko A.A., Barbasheva S.S. Anglo-russkij slovar' sovremennykh medicinskikh abreviatur. Samara: OOO «Kripten-Volga», 2011. 112 p.
2. Akzhigitov G.N., Akzhigitov R.G. Anglo-russkij medikobioologicheskij slovar' sokrashhenij. M.: Nauka, 2001. 426 p.
3. Akzhigitov G.N., Benyumovich M.S., Chikorin A.K. Anglo-russkij medicinskij slovar' terminov. 4-e izd., stereotip. M.: RUSSO, 2000. 608 p.
4. Chuchalin A.G. Anglo-russkij medicinskij e'nciklopedicheskij slovar'. 2-e izd. isprav. M.: GE'OTAR-MED, 2003. pp. 697–701.
5. Barbasheva S.S., Avramenko A.A. Osobennosti perevoda abreviatur v angloyazychnom medicinskom tekste (na materiale terminologii kardiologii) // *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk*. 2011. T. 13. no. 2 (40) (4). pp. 911–916.
6. Volmyanskaya O.A. Anglo-russkij slovar' dlya specialistov-medikov. Mn.: «Asar», 2000. 304 p.
7. Vol'fberg D.M., Lojt A.O. Anglo-russkij i russko-anglijskij toksikologicheskij slovar' = English-Russian and Russian-English Dictionary of Toxicology. SPb.: Filologicheskij fakul'tet SPbGU; M.: Izdatel'skij centr «Akademija», 2006. 288 p.
8. Kommentarij k Rukovodstvu Evropejskogo Soyuza po nadležashhej praktike proizvodstva lekarstvennykh sredstv dlya cheloveka i primeneniya v veterinarii / Pod red. S.N. Bykovskogo, I.A. Vasilenko, S.V. Maksimov. M.: Pero, 2014. 488 p.
9. Korzhavyh E.A., Moshkova L.V. Metodika uporyadocheniya farmaceuticheskoj terminologii // *Ekonomicheskij vestnik farmacii*. 2002. no 8. URL: rudoctor.net/medicine2009/bz-lw/med-zmdyk.htm.
10. Kutepova M.M. Kratkij anglo-russkij russko-anglijskij slovar'-spravochnik ximicheskix terminov s proiznosheniem. M.: E'kzamen, 2006. 318 p.
11. Markovina I.Yu., Babchenko E.V., Maksimova Z.K. Anglo-russkij medicinskij slovar'. M.: OOO «Medicinskoje informacionnoe agentstvo», 2008. – 896 p.
12. Semenčuk I.V., Mechkovskaya N.V. Osobennosti obrazovaniya i perevoda medicinskix sokrashhenij i abreviatur, ispol'zuemyx v klinike i diagnostike zabolevanij zheludochno-
- Халиков М.М., д.фил.н., профессор, заведующий кафедрой иностранных языков ГБОУ ВПО «Самарский государственный университет путей сообщения», г. Самара;
Первушкин С.В., д.фарм.н., профессор, заведующий кафедрой фармацевтической технологии, ГБОУ ВПО «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Самара.

Рецензенты:

Работа поступила в редакцию 05.12.2014.

УДК 81.367

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ НАЧАЛЬНОЙ ФОРМЫ ФЕ В ЯЗЫКАХ РАЗНЫХ СИСТЕМ

Магомедова У.А.

*ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный педагогический университет»,
Махачкала, e-mail: logika55@mail.ru*

В статье рассматриваются наиболее дискутируемые вопросы современной фразеологии, связанные с определением начальной формы ФЕ и возможностью структурно-семантического моделирования КФЕ при отсутствии изоморфизма между планом выражения и планом содержания данного класса фразеологизмов. Расхождения во взглядах на термин и понятие «моделирование ФЕ», отсутствие единого мнения по вопросу об определении начальной формы фразеологических единиц, теоретические разногласия по поводу объема фразеологии и характере языковых фактов, трактуемых как фразеологизмы, вызывают определенные трудности при сопоставительном исследовании фразеологических систем разноструктурных языков. Различное содержание одних и тех же терминов в разных языках создает ряд проблем при сопоставительном исследовании фразеологии типологически и генетически неродственных, неконтактных языков (в нашем случае аварского и английского).

Ключевые слова: фразеологическая единица, моделирование, языки разных систем, структурно-грамматическая характеристика

DEFINITION OF INITIAL FORM OF PHU IN THE LANGUAGES OF DIFFERENT SYSTEM

Magomedova U.A.

Dagestan State Pedagogical University, Makhachkala, e-mail: logika55@mail.ru

This article deals with the most discussed issues of modern phraseology related to the questions of the initial form of PhU and the possibility of structural and semantic modeling CPhU with no an isomorphism between the plan of expression and the plan the content of this class of phraseologisms. Differences in views with the term and concept of “PhU modeling,” the lack of consensus with the question on the definition of the initial form phraseological units, theoretical disagreement about the volume of phraseology and nature of linguistic facts, treated as phraseologism, cause some difficulties in the comparative researching of phraseological systems of different structural languages. Different contents of the same terms in different languages create a number of problems in the comparative researching of phraseology typologically and genetically unrelated, non-contact languages (in our case the Avar and English).

Keywords: phraseological units, modeling, languages of different system, structural grammatical characteristic

Интенсивное развитие фразеологии за последние десятилетия выдвинуло множество проблем в этой области. Наряду с исследованием фразеологического материала отдельных языков с упором на их специфические особенности интенсивно ведется сопоставительное изучение фразеологических систем разных языков. Именно последний – сопоставительный аспект системного изучения фразеологии, несомненно, представляет собой большой интерес как для разработки общей теории фразеологии, так и для изучения общих и отличительных признаков ФЕ исследуемых языков. Сопоставительному исследованию подвергаются ФЕ с однотипной структурой и функцией (глагольные, адективные, компаративные, ФЕ со структурой предложения, ФЕ различных структурных типов), фразеологизмы с однотипными компонентами (сома-тизмами, ономастическими компонентами, глаголами движения, компонентами-цвето-обозначениями и т. д.), с однотипным сиг-нификативным значением (поля и группы ФЕ с одинаковой семантикой) и, наконец, целые фразеологические фонды языков.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что изучение всей фразеологической системы, характеризующейся сложностью и противоречивостью, может быть успешным лишь при тщательном анализе её отдельных микросистем, которые обладают общими и специфическими признаками, присущими всей системе в целом.

Одна из актуальных тем в исследовании фразеологии – это структурно-грамматическая характеристика фразеологических единиц, которая предполагает решение следующих вопросов в совокупности:

- а) соотнесенность ФЕ с частями речи;
- б) морфолого-синтаксическая структура ФЕ;
- в) семантические отношения между компонентами ФЕ; начальная форма ФЕ различных морфологических разрядов.

Все эти вопросы взаимосвязаны друг с другом и взаимообусловлены. От того, как решится один из них, зависит определение другого.

Форма, которую приобрела фразеологическая единица в момент своего образования, не может считаться начальной формой

ФЕ (это диахронный план). ФЕ в синхронном плане располагает формой, служащей исходной базой, от которой образуются другие морфологические формы, выражающие её связь с другими единицами языка – коммуникативными единицами. В этом значении и употребляется термин «начальная форма» ФЕ.

Начальная форма конкретной фразеологической единицы зависит от того, с каким морфологическим разрядом данная ФЕ соотносится. Наречные ФЕ и глагольные ФЕ, также как и ФЕ, соотносящиеся с остальными морфологическими разрядами, употребляются в одной форме, которая и является по сути их начальной формой.

К определению начальной формы ФЕ этих двух групп надо подходить дифференцированно. В начальную форму ФЕ, которые функционируют с вспомогательными глаголом и с недостаточными глаголами, надо включать оба элемента, поскольку в парадигматике реализуются формы с обоими элементами. Определение начальной формы ФЕ имеет важное значение при составлении фразеологических словарей и способствует правильному решению вопроса о структурных типах ФЕ.

Вопрос о структурных типах фразеологических единиц далеко не однозначен. Некоторые исследователи, характеризуя ФЕ как структурное целое, состоящее из различных по своим морфологическим свойствам компонентов с определенными синтаксическими отношениями, пользуются термином «модели» ФЕ. В данном случае более корректным нам представляется термин «структурный тип» ФЕ, нежели «модель» ФЕ. Основная причина предпочтительного отношения к данному термину заключается, прежде всего, в том, что термин «модель» достаточно размыт и употребляется в самых различных значениях. Кроме того, какое бы содержание ни вкладывали в термин «модель», он все равно предполагает возможность конструирования некоего второго по образцу первого.

Применение понятия и термина «модель» для характеристики фразеологических единиц в германистике признается не всеми исследователями. Известные германисты, исследователи фразеологии А.В. Кунин, Н.Н. Амосова, И.И. Чернышева выдвигают немоделируемость фразеологических единиц в качестве отличительного признака и основного критерия фразеологичности. Преобладающее большинство германистов рассматривают немоделируемость фразеологических единиц как неоспоримый постулат, по той простой причине, что фразеологизмы рассматриваются

ими как уникальные, формально и семантически иррегулярные образования.

Исключение в этом вопросе, пожалуй, составляет компаративная фразеология, которая отличается от всей остальной фразеологии: если некомпаративная фразеология характеризуется индивидуальным, часто неповторимым характером деривации, то для КФЕ, прежде всего, характерна регулярность образования структуры фразеологических единиц. И, вероятно, поэтому, известные фразеологи Н.М. Шанский, В.П. Жуков, В.Л. Архангельский и др. признают возможность образования целого ряда фразеологических единиц по определенным структурно-грамматическим моделям.

В этой связи исследователь фразеологии лаского языка С.Г. Гаджиева отмечает, что «моделирование фразеологических единиц отличается от моделирования в области словообразования. Моделирование фразеологизмов реально лишь в плане описания, а не в плане порождения, т.е. нельзя определить правила фразеобразования. Даже в плане описания пока неизвестно, имеет ли моделирование универсальный характер для всех разрядов фразеологических единиц» [1, с. 10].

Несколько иначе, чем в германистике, обстоит дело в дагестановедении. Исследователи фразеологии дагестанских языков склонны признать наличие структурной модели фразеологических единиц с некоторыми оговорками. Следует отметить, что в дагестанском языкознании большое внимание уделяется вопросам структурных моделей и процессам моделирования ФЕ. Эти спорные вопросы нашли отражение в трудах почти всех исследователей фразеологии дагестанских языков [см.: Магомедханов 1972: 94–120; Гюльмагомедов 1978: 1; 20–21; Сулейманов 1986; 1994; Исаев 1989: 134; Гасанова 2000: 40–56; Гаджиева 2001: 6–37; Гайдарова, Маллаева 2008]. В трудах данных исследователей выявляется богатство и многообразие структурных типов фразеологических единиц дагестанских языков.

В дагестановедении традиционно признается возможность моделирования в плане описания и классификации компаративных фразеологических единиц и, исходя из этого, выделяются структурные типы (модели по терминологии дагестановедов) КФЕ на основе количества компонентов и морфологической формы этих компонентов.

В лингвистической литературе существуют различные названия компаративных фразеологических единиц: фразеологизмы

со сравнительным союзом, сравнительные фразеологические единицы, постоянные сравнения и др. И.И. Чернышева использует в своих трудах термин «компаративные фразеологизмы» [10, с. 48 и далее]. Выявление особенностей структуры КФЕ предполагает определение их компонентного состава и исследование их грамматического и семантического строения. Под компонентным составом КФЕ следует понимать совокупность лексических элементов, необходимую для реализации закрепленного языковой традицией содержания.

Среди фразеологических единиц наречного характера в современном аварском языке М.М. Магомедханов выделяет образные сравнения или компаративные фразеологизмы, которые отличаются своей многочисленностью и разнообразием лексического состава, и делит их с точки зрения структуры на три типичные модели:

1) «существительное + сравнительный союз *гIадин* «как, как будто», например: *хIама гIадин* «как осел» (об изнуренном от работы человеке), *хIайван гIадин* «как животное» (о тупом человеке), *хIос гIадин* «как бревно» (об упрямом человеке), *гIанкI гIадин* «как заяц» (о трусливом человеке), *хIелеко гIадин* «как петух» (о заносчивом гордом человеке), *бацI гIадин* «как волк» (о ловком, сильном человеке) и т.д.;

2) «существительное + существительное + сравнительный союз *гIадин* «как, как будто», например: *солдатасда ханжар гIадин* «как кинжал на солдате» (о непривычной вещи), *квасул гIарц гIадин* «как веревка из шерсти» (о слабом, бесхарактерном человеке), *къочIоде гIебу гIадин* «как шило в селезенку» (вовремя); *бачаль чудук гIадин* «как стервятник среди телят», *гIечудасса Хважа гIадин* «как Хважа (вернуться)» (о неудачной поездке) и т.д.;

3) «существительное + причастие + существительное + сравнительный союз *гIадин* «как, как будто», например: *бацIие бухъараб хIама гIадин* «как осел, привязанный для волка» (обреченный), *кваркъи бекараб гIанкIу гIадин* «как курица со сломанным крылышком» (о беспомощном человеке), *лъеда гIабураб накъиш гIадин* «как узоры на воде» (о бесполезной работе), *гIидра квараб къегIер гIадин* «как ягненок, что пасется на лугу» (о человеке веселого, живого характера) и т.д. [6, с. 116–117].

На наш взгляд, компаративные фразеологизмы аварского языка с точки зрения их структурной организации представлены гораздо большим количеством типов и подтипов. В зависимости от того, какой признак берется за основу классификации, различают несколько типов классифика-

ций. Это может быть классификация по количеству компонентов фразеологических единиц или по грамматической характеристике компонентного состава фразеологических единиц.

По количеству компонентов КФЕ аварского языка можно подразделить на двухкомпонентные, трехкомпонентные и многокомпонентные.

В зависимости от характера второго компонента весь корпус КФЕ аварского языка делится на три группы: глагольные, наречные и адъективные КФЕ. В глагольных КФЕ глагол-сказуемое замыкает структуру и является формально грамматическим центром сочетания. Порядок следования компонентов строго фиксированный.

В английском языке глагольные КФЕ представлены единым структурным типом «гл. + *like* + сущ.»: *chatter like a magpie* (букв. «трещать как сорока») много говорить, болтать; *sweat like a pig* (букв. «потеть как свинья») обливаться потом; *sing like a lark* (букв. «петь как жаворонок») распевать весело, звонко, от полноты счастья. Данный структурный тип КФЕ реализуется несколькими подтипами: 1) «гл. + *like* + прил. + сущ.»: *to grin like a Cheshire cat* (букв. «усмехаться как Чеширский кот»), ухмыляться, улыбаться во весь рот; *to fight like kilkenny cats* (букв. «драться как килкенйские коты») ожесточенно драться так, что только пух и перья летят и т.д.; 2) «гл. + *like* + сущ. + предл. + сущ.»: *to lead like a lamb to the slaughter* «повести как агнца на заклание»; *to snore like a pig in the sun* «храпеть, как свинья на солнце» и т.д.

Наречные КФЕ в английском языке, как и в аварском, представлены образными сравнениями, выраженными компаративными структурами различного состава. Функция сравнения у них достигается с помощью сравнительных союзов: авар. *гIадин* «как», «как будто», *кинигин* «подобно», англ. *like, as, as ...as*. Наиболее распространенный структурный тип наречных ФЕ в аварском языке – это «сущ. + ср. союз»: *цурункъверкъ гIадин* (букв. «черепашка как») медленно; *ритIучIал гIадин* (букв. «как олени») проворно, ловко.

Заключение

Основой компаративных фразеологических единиц, как известно, является логическая операция сравнения. В логике прием сравнения предполагает установление сходства и различия предметов и явлений путем их сопоставления.

В плане содержания сравнение – это сопоставление двух предметов мысли на основе общего признака. В плане выражения – это определенная конструкция

(модель), состоящая из трех элементов: субъекта сравнения, общего признака и объекта сравнения (А + С + В).

КФЕ, основанные на обобщенном мыслительном процессе сравнения, также строятся по этой общей модели, однако языковая традиция фиксирует их как единицы языка в двухкомпонентной форме: С + В, т.е. общий признак + объект сравнения.

Сложение элементов сравнения как логической операции в рамках КФЕ не указывает на сходство или различие проявления признака у сравниваемых предметов. «В силу того, что признак, положенный в основу сравнения, является постоянным, эталонным для объекта (образа) сравнения, то он (объект) выступает в качестве выразителя максимального данного качества (признака) [9, с. 5]. Это и способствует семантическому несоответствию между планом выражения КФЕ как языковой реализации логического приема сравнения и планом содержания.

Таким образом, под структурно-семантической моделью КФЕ подразумевается определенная синтаксическая структура с одинаковым сравнительно-интенсифицирующим семантическим результатом.

Список литературы

1. Гаджиева С.Г. Сравнительная фразеология лакского языка. – Махачкала, 2001. – 120 с.
2. Гайдарова З.Т., Маллаева З.М. Критерии, влияющие на характер межъязыковой фразеологической эквивалентности // Матер. Межд. научно-практ. конф. языковедов «Проблемы функционирования русского языка в полиэтничном регионе». – Махачкала, 2008. – С. 10–15.
3. Гасанова С.Н. Сравнительный анализ соматических фразеологических единиц восточно-лезгинских языков. – Махачкала, 2000. – 148 с.
4. Гюльмагомедов А.Г. Основы фразеологии лезгинского языка. – Махачкала: Изд-во Даггосуниверситета, 1978. – 128 с.
5. Исаев М.-Ш.А. Структура и семантика метафорических фразеологизмов даргинского языка // Исследования по общей и дагестанской фразеологии. – Махачкала, 1989. – С. 134–139.
6. Магомедханов М.М. Очерки по фразеологии аварского языка. – Махачкала, 1972. – 159 с.
7. Сулейманов Н.Д. Глагольная фразеология агульского языка. – Махачкала, 1994. 170 с.
8. Сулейманов Н.Д. Глагольная фразеология агульского языка: Автореф. дис. ... канд. филол. наук. – Махачкала, 1986. – 24 с.
9. Христова В.И. Структурно-семантическая характеристика компаративных фразеологических единиц молдавского языка: Автореф. дисс. канд. филол. наук. – Кишинев, 1986. – 24 с.
10. Чернышева И.И. Фразеология современного немецкого языка. – М., 1970. – 199 с.

References

1. Gadzhieva S.G. Komparativnaja frazeologija lakskogo jazyka. Mahachkala, 2001. 120 p.
2. Gajdarova Z.T., Mallaeva Z.M. Kriterii, vlijajushhie na harakter mezh#jazykovoj frazeologicheskoj jekvivalentnosti. Mater. Mezhd. nauchno-prakt. konf. jazykovedov «Problemy funkcionirovanija russkogo jazyka v polijetnicheskom regione». Mahachkala, 2008. pp. 10–15.
3. Gasanova S.N. Sravnitel'nyj analiz somaticheskikh frazeologicheskikh edinic vostochno-lezginских jazykov. Mahachkala, 2000. 148 p.
4. Gjul'magomedov A.G. Osnovy frazeologii lezginского jazyka. Mahachkala: Izd-vo Daggosuniversiteta, 1978. 128 p.
5. Isaev M.-Sh.A. Struktura i semantika metaforicheskikh frazeologizmov darginского jazyka. Issledovanija po obshej i dagestanskoj frazeologii. Mahachkala, 1989. pp. 134–139.
6. Magomedhanov M.M. Oчерki po frazeologii avarsкого jazyka. Mahachkala, 1972. 159 p.
7. Sulejmanov N.D. Glagol'naja frazeologija agul'sкого jazyka. – Mahachkala, 1994. 170 p.
8. Sulejmanov N.D. Glagol'naja frazeologija agul'sкого jazyka: Avtoref. dis. ... kand. filol. nauk. Mahachkala, 1986. 24 p.
9. Hristova V.I. Strukturno-semanticheskaja harakteristika komparativnyh frazeologicheskikh edinic moldavского jazyka: Avtoref. diss. kand. filol. nauk. Kishinev, 1986. 24 p.
10. Chernysheva I.I. Frazeologija sovremennogo nemeckogo jazyka. M., 1970. 199 p.

Рецензенты:

Кадиров Р.С., д.фил.н., профессор, заведующий кафедрой иранской и тюркской филологии ДГУ, г. Махачкала;

Шихалиева С.Х., д.фил.н., ведущий научный сотрудник, Институт ЯЛИ им. Г. Цадасы ДНЦ РАН, г. Махачкала.

Работа поступила в редакцию 05.12.2014.

УДК 811.11

ЛИНГВОКУЛЬТУРОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ИЗУЧЕНИЯ НАЦИОНАЛЬНО-КУЛЬТУРНОЙ СПЕЦИФИКИ ЯЗЫКА

Шерина Е.А., Алексеева А.В.

ГОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»,
Томск, e-mail: evgeniasherina@yandex.ru

Актуальность исследования обусловлена тем, что оно выполнено в русле современных лингвистических направлений, для которых характерно обращение к человеческому фактору в языке. В настоящее время в лингвистике активно осуществляется описание ценностных понятий национальной культуры через призму языка, происходит активное расширение проблематики лингвистического исследования в область смежных наук (психологию, культурологию, философию, социологию), что стало причиной появления таких ветвей науки о языке, как когнитивная лингвистика, психолингвистика, этнолингвистика, лингвокультурология. Основной задачей исследования, представленного в статье, является осмысление взаимодействия языка и культуры, направленное на выявление культурных компонентов, передающих знания о мире, отраженные в семантике языковых единиц и преломленные сквозь призму национального языка, а также определение методов и приемов подобных научных изысканий. Изучение национально-культурной специфики словарного состава языка направлено на выявление информационного культурного фона слова, который включает в себя знания о бытовании объекта в культурной среде, стереотипные образные ассоциации, а также стереотипное ценностное отношение к объекту номинации. Рассмотрение национально-культурного своеобразия языковых единиц представляется значимым в целях решения актуальной проблемы описания универсальности/специфичности языковой картины мира. Исследования в данном ключе позволяют вскрыть механизмы того, как язык транслирует культуру, как традиции, обряды, бытовая жизнь людей отразились и закрепились в языке. Сведения о культурном фоне языковых единиц позволяют глубже понять специфику ментальности и культуры носителей языка.

Ключевые слова: лингвокультурология, метафорическое поле, языковая картина мира

NATIONAL SPECIFICS OF THE LANGUAGE IN THE ASPECT OF CULTURAL LINGUISTICS

Sherina E.A., Alekseeva A.V.

Tomsk Polytechnic university, Tomsk, e-mail: evgeniasherina@yandex.ru

Relevance of the study is based on the fact that it is made in the mainstream of modern linguistic areas, which are characterized by an appeal to the human factor in the language. Currently description of normative concepts of national culture through the prism of language are actively carried in linguistics, there is an active extension perspective of linguistic research in the area of related sciences (psychology, cultural studies, philosophy, sociology), which was the cause of such branches of the science of language as cognitive linguistics, psycholinguistics, ethno-linguistics, cultural linguistics. The main objective of the research presented in this paper is the interpretation of the interaction of language and culture, aimed at identifying cultural components that transmit knowledge about the world, as reflected in the semantics of language units and refracted through the prism of the national language, as well as the definition of methods and techniques of similar scientific research. The study of cultural identity of the vocabulary of the language directed at identifying information of the cultural background of speech, which includes the knowledge of the existence of the object in the cultural environment, stereotyped figurative associations, as well as the stereotypical value attitude to the object category. Consideration of national and cultural identity of linguistic units provide meaningful to address the urgent problem of description of universality / specificity of the language picture of the world. Research in this key allows to open the mechanisms of how language translates culture, as traditions, rituals, everyday lives of people affected and entrenched in the language. Information about the cultural background of the language units allow a deeper understanding of the specifics of the mentality and culture of native speakers.

Ключевые слова: cultural linguistics, metaphorical field, language worldview

Данная статья посвящена описанию лингвокультурологической ценности образной лексики русского языка, позволяющей реконструировать ментальные представления, стереотипные ассоциации, манифестируемые определенным фрагментом языковой системы. Образные средства языка являются особо информативным материалом для лингвокультурологических исследований, так как передают национально обусловленную языковую интерпретацию называемого словом явления через ассоциативное сближение с каким-либо другим предметом на основе их реальных или воображаемых признаков [1, с. 5–7]. Актуальность приобретает исследование морфологически мотивированных лексических единиц с метафорической вну-

тренней формой слова, например, *безголовый* 'глупый, несообразительный, словно без головы', *мягкосердечный* 'добрый, отзывчивый, как бы с мягким сердцем', *лежебока* 'ленивый человек, который как бы лежит на боку', *ополоуметь* 'утратить способность думать, стать глупым, как будто потеряв половину ума', *попугайничать* 'повторять, как попугай, действия другого человека' и др. В подобных словах «семантическая связь с мотивирующими единицами метафорическая, но образное (метафорическое) содержание воплощено в прямых номинативных значениях».

Актуальность исследования обусловлена тем, что оно выполнено в русле современных лингвистических направлений,

для которых характерно обращение к человеческому фактору в языке. В настоящее время в лингвистике активно осуществляется описание ценностных понятий национальной культуры через призму языка, происходит активное расширение проблематики лингвистического исследования в область смежных наук (психологию, культурологию, философию, социологию), что стало причиной появления таких ветвей науки о языке, как когнитивная лингвистика, психолингвистика, этнолингвистика, лингвокультурология. Метод встречного описания культуры через факты ее отражения в национальном языке и интерпретации самих языковых фактов через «глубинный внеязыковой культурный компонент» [2 с. 10] представляется актуальным в плане решения проблемы «язык и культура».

Цель исследования: осмысление взаимодействия языка и культуры, направленное на выявление культурных компонентов, передающих знания о мире, отраженные в семантике языковых единиц и преломленные сквозь призму национального языка, а также определение методов и приемов подобных научных изысканий.

В качестве основных источников для сбора материала были использованы Словарь русского языка в четырех томах (для сбора материала на русском языке); одноязычные словари Hornby A.S. Oxford Advanced Learner's Dictionary of Current English в 2-х томах; Longman Dictionary of English Language and Culture и двуязычный Англо-русский словарь Н.В. Адамчика (для сбора материала на английском языке).

Исследование носит комплексный характер, что обусловило совмещение нескольких **методов** и подходов к изучаемому явлению: описательный, сопоставительный, полевой.

Одним из основополагающих постулатов лингвистики 21-го века является мысль о тесном взаимодействии языка и культуры народа, на нем говорящего. В работах многих ученых раскрываются различные аспекты взаимосвязи фактов языка и фактов культуры, мышления, мировидения носителей определенного языка. В современной отечественной лингвистике теоретические обоснования национального своеобразия языков представлены в трудах таких ученых, как Н.Д. Арутюнова, В.В. Воробьев, В.Г. Гак, Ю.Н. Караулов, А.А. Киприянова, Л.В. Лукина, Е.А. Маклакова, Б.А. Серебренников, В.Н. Телия, С.Г. Тер-Минасова, А.А. Уфимцева, Т.А. Чубур и многих других. В этих работах подчеркивается и подтверждается примерами факт, что «культурное своеобразие народа, отраженное в языке, обусловлено историческими, географическими, психологическими факторами и состоит большей частью в нюансах обозначения и понимания объективно-го и субъективного мира» [2, с. 39].

В настоящее время в лингвистике сформировалась лингвокультурологическая парадигма, «интегрирующая достижения не только смежных лингвистических, но и комплекса других гуманитарных наук при анализе системы языка как кумуляции особенностей мировидения той или иной лингвокультурной общности» [3, с. 3].

Термин «лингвокультурология» появился в 90-ые годы 20-го века в работах отечественных лингвистов Н.Д. Арутюновой, В.В. Воробьева, В.А. Масловой, Ю.С. Степанова, В.Н. Телии и других исследователей, что стало важной приметой интегративных процессов в отечественной гуманитарной науке. По мнению В.И. Карасика, лингвокультурология – это «комплексная область научного знания о взаимосвязи и взаимовлиянии языка и культуры» [4, с. 87]. А.Т. Хроленко считает, что лингвокультурология ориентирована на выявление связей между языком, этническим менталитетом и культурой, причем любой из трех феноменов может быть исходной точкой анализа, «выбор зависит от профессиональной ориентированности исследователя» [5, с. 28].

Согласно концепции С.Г. Воркачева, лингвокультурология отличается от всех прочих своим атомарным составом и валентностными связями: соотношением «долей» лингвистики и культурологии, их иерархия. Изучение и описание взаимоотношений языка и культуры этноса, языка и менталитета народа, по мнению этого лингвиста, и являются задачами данной науки [6, с. 65].

Можно дать еще больший ряд определений лингвокультурологии, примеров описания специфики данного направления, но во всех них будет прослеживаться общая нить понимания лингвокультурологии как комплексной лингвистической науки, направленной на описание «проявлений культуры, которые отразились и закрепились в языке» [7, с. 9] и ориентированной на человеческий фактор в языке и на языковой фактор в человеке [Кошарная, 1999; Телия, 1996].

Настоящее исследование выполнено в русле лингвокультурологического подхода к описанию образных единиц языка и нацелено на выявление национально-культурной специфики, которая может быть обнаружена на фоне других образных систем.

Исследование образного строя языка в лингвокультурологическом ключе представлено во многих научных работах Е.А. Юриной, где анализируются как минимальные единицы языка, эксплицирующие типовые образные представления языковой культуры – собственно образные слова, метафоры, устойчивые сравнения, фразеологизмы, так и комплексные единицы, интерпретируемые как образные или мета-

форические поля (Юрина, 1992, 1994, 1996, 2004, 2005, 2008).

Собственно образные слова представляют собой интересный материал для лингвокультурологического анализа в связи с тем, что их семантика воплощает типовые образные представления языковой культуры, которые «отражают культурно-исторический опыт народа, закладывают в языковую способность личности стереотипные для данного языкового коллектива модели образного ассоциирования» [8, с. 218]. Например, в процессе номинации интеллектуальных способностей человека посредством собственно образных слов в русском языке активно привлекается соматизм голова: *безголовый* 'глупый; тот, который как бы без головы', *головастый* 'умный, сообразительный, словно с большой головой', *тупоголовый* 'глупый, несообразительный, у которого как бы тупая голова', *головотяп* 'бездумно и глупо ведущий какое-либо дело, словно просто тьяет голову' и др. Голова – это воплощенный в языке образ вместилища ума, реализующий уподобление различных объектов окружающего мира по принципу аналогии. Причем олицетворенный в данных словах образ носит универсальный, общечеловеческий характер, так как встречается не только в русском, но и во многих других языках (например, в английском – *pig-headed* 'глупый, у которого голова как у свиньи', *egg-headed* 'умный, у которого голова, как яйцо'; в немецком – *kurzkopfig* 'глупый, как будто с короткой головой', *hartkopfig* 'глупый, несообразительный, как бы с твердой головой').

Описание образных слов как лингвокультурного феномена, по мнению Е.А. Юриной, предполагает исследование их системной организации. В связи с этим в качестве основного выдвигается полевой метод анализа. Рассмотрение собственно образных слов, объединенных в лексико-семантическое поле, позволяет целостно и упорядоченно представить способ образной языковой интерпретации определенного отрезка внеязыковой действительности и, следовательно, показать часть языковой картины мира, отраженной в семантике единиц поля. Таким образом, совокупность собственно образных слов, называющих человека и его различные свойства, интерпретируемая как образное поле «Человек», может продемонстрировать отрезок языковой картины мира – то, какие качества человека попадают в фокус оценки и их образное ассоциирование, а также через какие образы выражаются данные качества. Например, только в русском языке встретились собственно образные слова, называющие такую отрицательную черту человека, как бессмысленность ведения какого-либо дела: *водолей*, *верхогляд*, *верхоглядничать* и др. Данное качество ассоциируется с об-

разом *воды*, которая не имеет ни вкуса, ни запаха, то есть как бы не обладает отличительными свойствами, как и речь человека, в которой нет значимого содержания. Слово *верхогляд* отражает образную параллель «поверхность – глубина», где первый член символически выражает идею незначительности, отсутствие серьезного, важного содержания. Интеллектуальная деятельность моделируется посредством пространственных образов (глубокое море, глубокая яма), отражающих базовую метафорическую модель контейнера [9, с. 401]. Антонимическая пара *глубокий* – *поверхностный* противопоставлена в русском сознании как в прямом, так и в образном значении.

Описывая языковые факты в лингвокультурологическом ключе, лингвист, как правило, оперирует понятием «языковая картина мира» (далее – ЯКМ). ЯКМ является фундаментальным лингвокультурологическим понятием, в котором отражается «бытие человека в мире и роль языка в процессе познания мира и развития сознания» [11, с. 4]. В современном языкознании под ЯКМ понимается «та часть концептуального мира человека, которая имеет привязку к языку и преломление через языковые формы» [12, с. 142].

Достаточно часто в лингвистических исследованиях сопряжены два понятия ЯКМ и национальная специфика, национально-культурное своеобразие. Так, определяя отличительные особенности ЯКМ, Ю.Д. Апресян характеризует ее как определенный способ восприятия и организации окружающей действительности, что обязательно для каждого носителя языка. Способ концептуализации реальной действительности, свойственный языку, является отчасти универсальным, а отчасти национально специфичным взглядом на мир.

В формировании как универсальной стороны ЯКМ, так и ее специфики участвуют по меньшей мере три фактора [2]: среда, то есть окружение, противопоставленное человеку как объекту восприятия и познания; психика человека (сознание и подсознание); законы развития языка. Все эти факторы (объективный мир, мыслительный мир, языковой мир) определенным образом влияют на универсальность/специфичность ЯКМ, выдвигая на первый план важные элементы и отодвигая на задний план все второстепенное и незначимое.

Безусловно, сама национально-культурная специфика формируется вне языка: посредством традиций, обычаев, на основе своеобразия системы ценностей лингвокультурной общности, но она всегда находит отражение в культурной коннотации слов – носителей национально-культурной информации. Например, ритуал встречать дорогих гостей хлебом–солью возник давно и стал

привычным для русского человека. Он также нашел отражение в образном слове *хлебосольный*, демонстрирующем своеобразие и самобытность русского гостеприимства. Английская образная единица *backbencher* 'депутат, не занимающий официального поста, который словно сидит на задней скамье' «впитала» в себя английскую политическую традицию: чем незначительнее политик, тем дальше он сидит в Парламенте. В собственном образном слове *aboveboard* 'честный, неподкупный, как бы находящийся над доской палубы корабля' скрыт очень интересный культурно-исторический факт. Слово «board» переводится как «доска, сцена». В средние века так называли часть корабля, за которой прятались пираты, чтобы усыпить бдительность других кораблей и потом напасть на них. Пираты находились под (under) этой частью корабля, тем самым обманывая людей. Если же человек находился над (above) ней, то он, следовательно, не являлся пиратом, а был честным, порядочным человеком [www.wordnick.com]. Это стало основанием появления собственно образного слова *aboveboard*.

Подводя итоги всему вышесказанному, следует сказать, что изучение национально-культурной специфики словарного состава языка направлено на выявление информационного культурного фона слова, который включает в себя знания о бытовании объекта в культурной среде, стереотипные образные ассоциации, а также стереотипное ценностное отношение к объекту номинации. Рассмотрение национально-культурного своеобразия языковых единиц представляется значимым в целях решения актуальной проблемы описания универсальности/специфичности ЯКМ. Исследования в данном ключе позволяют вскрыть механизмы того, как язык транслирует культуру, как традиции, обряды, бытовая жизнь людей отразились и закрепились в языке. Сведения о культурном фоне языковых единиц позволяют глубже понять специфику ментальности и культуры носителей языка.

Изучая языковые единицы, лингвист приобретает возможность через язык «проникнуть в скрытую от нас сферу ментальности, ибо он определяет способ членения мира в той или иной культуре. Он рассказывает нам о человеке такие вещи, о которых сам человек и не догадывается» [7, с. 114].

Список литературы

1. Блинова О.И. Юрина Е.А. Образная лексика русского языка // Язык и культура. – Томск, 2008, №1. – С. 5–13.
2. Киприянова А.А. Функциональные особенности зооморфизмов (на материале фразеологии и паремологии русского, английского и новогреческого языков): дис. ... канд. филол. наук. – Краснодар, 1999. – 216 с.
3. Житникова М.Л. Дом как базовое понятие народного мировидения (лингвокультурологический аспект): автореф. дис. ... канд. филол. наук. – Томск, 2006. – 27 с.

4. Карасик В.И. Языковой круг: личность, концепты, дискурс: монография / В.И. Карасик; ВГПУ. – Волгоград: Перемена, 2002. – 477 с.; 2-е изд. – М.: Гнозис, 2004. – 390 с.

5. Хроленко А.Т. Основы лингвокультурологии. – М.: Флинта, 2006.

6. Воркачев С.Г. Лингвокультурология, языковая личность, концепт: становление антропоцентрической парадигмы в языкознании // Филологические науки. – 2001. – № 1. – С. 64–73.

7. Маслова В.А. Лингвокультурология: Учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Академия, 2001. – 208 с.

8. Юрина Е.А. Образный строй языка. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2005. – 156 с.

9. Лакофф Дж., Джонсон М. Метафоры, которыми мы живем // Теория метафоры. – М., 1990. – С. 387–415.

10. Туленинова Л.В. Концепты «здоровье» и «болезнь» в английской и русской лингвокультурах: дис. ... канд. филол. наук. – Волгоград, 2008. – 248 с.

11. Литвиненко Ю.Ю. Концепт возраст в семантическом пространстве образа человека в русской языковой картине мира: дис. ... канд. филол. наук. – Омск, 2006. – 256 с.

12. Кубрякова Е.С. Роль словообразования в формировании языковой картины мира // Роль человеческого фактора в языке: Язык и картина мира / Отв. ред. Б.А. Серебренников, Е.С. Кубрякова, В.И. Постоалова и др. – М.: Наука, 1988.

References

1. Blinova O.I., Yurina E.A. Obraznaya leksika russkogo yazyka // Language and Culture. – Tomsk, 2008, no 1, pp. 5–13.

2. Kipriyanova A.A. Funkcionalnye osobenosti zoomorfizmov (na materiale frazeologii i paremiologii russkogo, angliyskogo i novogrecheskogo yazykov): dis. ... cand. philology. Sciences. – Krasnodar, 1999. 216 p.

3. Zhitnikova M.L. Dom kak bazovoye ponyatiye narodnogo mirivideniya (lingvokulturiologicheskij aspekt): dis. ... Cand. Philology. Sciences. Tomsk, 2006. 27 p.

4. Karasik V.I. Yazykovoy krug: lichnost, koncepti,; monograph / V.I. Karasik; SGMP. – Volgograd: Change, 2002. 477 p.; 2nd ed. M.: Gnosis, 2004. 390 p.

5. Khrolenko A.T. Osnovi lingvokulturiologii. M.: Flint, 2006.

6. Vorkachev S.G. Lingvokulturiologiya, yazykovaya lichnost, koncept: stanovleniye antropocentricheskoj paradigmi v yazykoznanii // Philology. 2001. no 1. pp. 64–73.

7. Maslova V.A. Lingvokulturiologiya: Textbook for students. Executive. Proc. institutions. – M.: The Academy, 2001. 208 p.

8. Yurina E.A. Obraznyy story yazyka – Tomsk: Publishing house of Tom. University Press, 2005. – 156 p.

9. George Lakoff, Johnson M. Metaphors We Live By // The theory of metaphor. M., 1990. pp. 387–415.

10. Tulenina L.V. Koncepti «health» and «disease» v angliyskoy i russkoy: dis. ... Cand. Philology. Sciences. – Volgograd, 2008. 248 p.

11. Litvinenko Y.Y. Koncept vozrast v semanticheskom prostranstve obraza cheloveks v russkoy yazykovoy kartine mira: dis. ... cand. Philology. Sciences. Omsk, 2006. 256 p.

12. Kubryakova E.S. Rol slovoobrazovaniya v formirovaniy yazykovoy kartini mira / Editor. Ed. B.A. Serebrennikov, E.S. Kubryakova, V.I. Postovalova. M.: Nauka, 1988.

Рецензенты:

Ефанова Л.Г., д.фил.н., доцент, профессор кафедры русского языка как иностранного Томского политехнического университета, г. Томск;

Юрина Е.А., д.фил.н., доцент, профессор кафедры русского языка Томского государственного университета, профессор кафедры русского языка как иностранного Томского политехнического университета, г. Томск.

Работа поступила в редакцию 05.12.2014.

(<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 одновременно 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 нигде ранее не была опубликована, не направлялась и не будет направляться для опубликования в другие научные издания.

Также удостоверяем, что автор (авторы) согласен с правилами подготовки рукописи к изданию, утвержденными редакцией журнала «Фундаментальные исследования», опубликованными и размещенными на официальном сайте журнала.

Сопроводительное письмо сканируется и файл загружается в личный портфель автора (или пересылается по электронной почте – если для отправки статьи не используется личный портфель).

- копия экспертного заключения – содержит информацию о том, что работа автора может быть опубликована в открытой печати и не содержит секретной информации (подпись руководителя учреждения). Для нерезидентов РФ экспертное заключение не требуется;
- копия документа об оплате.

Оригиналы запрашиваются редакцией при необходимости.

Редакция убедительно просит статьи, размещенные через «Личный портфель», не отправлять дополнительно по электронной почте. В этом случае сроки рассмотрения работы удлиняются (требуется время для идентификации и удаления копий).

16. В одном номере журнала может быть напечатана только одна статья автора (первого автора).

17. В конце каждой статьи указываются сведения о рецензентах: **ФИО, ученая степень, звание, должность, место работы, город, рабочий телефон.**

18. Журнал издается на средства авторов и подписчиков.

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 ФАКТОРАМИ¹Шварц Ю.Г., ¹Артанова Е.Л., ¹Салеева Е.В., ¹Соколов И.М.

¹ГОУ ВПО «Саратовский Государственный медицинский университет им. В.И.Разумовского Минздрава России», Саратов, Россия (410012, Саратов, ГСП ул. Большая Казачья, 112), e-mail: kateha007@bk.ru

Проведен анализ взаимосвязи особенностей индивидуального подбора терапевтической дозы варфарина и клинических характеристик у больных фибрилляцией предсердий. Учитывались следующие характеристики периода подбора дозы: окончательная терапевтическая доза варфарина в мг, длительность подбора дозы в днях и максимальное значение международного нормализованного отношения (МНО), зарегистрированная в процессе титрования. При назначении варфарина больным с фибрилляцией предсердий его терапевтическая доза, длительность ее подбора и колебания при этом МНО, зависят от следующих клинических факторов – инсульта в анамнезе, наличие ожирения, поражения щитовидной железы, курения, и сопутствующей терапии, в частности, применение амиодарона. Однако у пациентов с сочетанием ишемической болезни сердца и фибрилляции предсердий не установлено существенной зависимости особенностей подбора дозы варфарина от таких характеристик, как пол, возраст, количество сопутствующих заболеваний, наличие желчнокаменной болезни, сахарного диабета II типа, продолжительность аритмии, 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 FACTORS¹Shvarts 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.], 20052007. URL:

<http://www.nlr.ru/lawcenter/izd/index.html> (дата обращения: 18.01.2007).

Логинова Л. Г. Сущность результата дополнительного образования детей // Образование: исследовано в мире: междунар. науч. пед. интернет-журн. 21.10.03. URL:

<http://www.oim.ru/reader.asp?nomers=366> (дата обращения: 17.04.07).

<http://www.nlr.ru/index.html> (дата обращения: 20.02.2007).

Рынок тренингов Новосибирска: своя игра [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<http://nsk.adme.ru/news/2006/07/03/2121.html> (дата обращения: 17.10.08).

Литчфорд Е.У. С Белой Армией по Сибири [Электронный ресурс] // Восточный фронт Армии Генерала А.В. Колчака: сайт. – URL: <http://east-front.narod.ru/memo/latchford.htm> (дата обращения 23.08.2007).

Примеры оформления ссылок и приставных списков литературы на латинице:
На библиографические записи на латинице не используются разделительные знаки, применяемые в российском ГОСТе («//» и «—»).

Составляющими в библиографических ссылках являются фамилии всех авторов и названия журналов.

Статьи из журналов:

Zagurenko A.G., Korotovskikh V.A., Kolesnikov A.A., Timonov A.V., Kardymon D.V. *Neftyanoe khozyaistvo – Oil Industry*, 2008, no. 11, pp. 54–57.

Dyachenko, V.D., Krivokolysko, S.G., Nesterov, V.N., and Litvinov, V.P., *Khim. Geterotsikl. Soedin.*, 1996, no. 9, p. 1243

Статьи из электронных журналов описываются аналогично печатным изданиям с дополнением данных об адресе доступа.

Пример описания статьи из электронного журнала:

Swaminathan V., Lepkoswka-White E., Rao B.P., *Journal of Computer-Mediated Communication*, 1999, Vol. 5, No. 2, available at: www.ascusc.org/jcmc/vol5/issue2.

Материалы конференций:

Usmanov T.S., Gusmanov A.A., Mullagalin I.Z., Muhametshina R.Ju., Chervyakova A.N., Sveshnikov A.V. *Trudy 6 Mezhdunarodnogo Simpoziuma «ovye 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 vrozhdeniju: prichiny i posledstviya razrusheniya SSSR]. Moscow, HSE Publ., 1999. 381 p.

Kanevskaya R.D. *Matematicheskoe modelirovanie gidrodinamicheskikh protsessov razrabotki mestorozhdenii uglevodorodov* (Mathematical modeling of hydrodynamic processes of hydrocarbon deposit development). Izhevsk, 2002. 140 p.

Latyshev, V.N., *Tribologiya rezaniya. Kn. 1: Friksionnye protsessy pri rezanie metallov* (Tribology of Cutting, Vol. 1: Frictional Processes in Metal Cutting), Ivanovo: Ivanovskii Gos. Univ., 2009.

Ссылка на Интернет-ресурс:

APA Style (2011), Available at: <http://www.apastyle.org/apa-style-help.aspx> (accessed 5 February 2011).

Pravila Tsitirovaniya Istochnikov (Rules for the Citing of Sources) Available at: <http://www.scribd.com/doc/1034528/> (accessed 7 February 2011)

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:
 Taganrogskiĭ Tekhnologicheskij Institut Yuzhnogo Federal'nogo Universiteta;
 Taganrog Technological Institute, South Federal University

В этот же профиль должны войти и прежние названия этого университета.

Для национальных исследовательских университетов важно сохранить свое основное название.

(В соответствии с рекомендациями О.В. Кирилловой, к.т.н., заведующей отделением 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=hdac5r7kb73ae013ofk4g8nrv1>.

(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.

Пример описания статьи из электронного журнала:

Swaminathan V., Lepkoswka-White E., Rao B.P., *Journal of Computer-Mediated Communication*, 1999, Vol. 5, No. 2, available at: www.ascusc.org/jcmc/vol5/issue2.

Материалы конференций:

Usmanov T.S., Gusmanov A.A., Mullagalin I.Z., Muhametshina R.Ju., Chervyakova A.N., Sveshnikov A.V. *Trudy 6 Mezhdunarodnogo Simpoziuma «ovye 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 uchennykh, 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 vozrozhdeniyu: prichiny i posledstviya razrusheniya SSSR]. Moscow, HSE Publ., 1999. 381 p.

Kanevskaya R.D. *Matematicheskoe modelirovanie gidrodinamicheskikh protsessov razrabotki mestorozhdenii uglevodorodov* (Mathematical modeling of hydrodynamic processes of hydrocarbon deposit development). Izhevsk, 2002. 140 p.

Latyshev, V.N., *Tribologiya rezaniya. Kn. 1: Friksionnye protsessy pri rezanie metallov* (Tribology of Cutting, Vol. 1: Frictional Processes in Metal Cutting), Ivanovo: Ivanovskii Gos. Univ., 2009.

Ссылка на Интернет-ресурс:

APA Style (2011), Available at: <http://www.apastyle.org/apa-style-help.aspx> (accessed 5 February 2011).

Pravila Tsitirovaniya Istochnikov (Rules for the Citing of Sources) Available at: <http://www.scribd.com/doc/1034528/> (accessed 7 February 2011).

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 пристатейной библиографии, предназначенной для зарубежных БД:

1. Отказаться от использования ГОСТ 5.0.7. Библиографическая ссылка;
2. Следовать правилам, позволяющим легко идентифицировать 2 основных элемента описаний – авторов и источник.

3. Не перегружать ссылки транслитерацией заглавий статей, либо давать их совместно с переводом.

4. Придерживаться одной из распространенных систем транслитерации фамилий авторов, заглавий статей (если их включать) и названий источников.

5. При ссылке на статьи из российских журналов, имеющих переводную версию, лучше давать ссылку на переводную версию статьи.

(В соответствии с рекомендациями О.В. Кирилловой, к.т.н., заведующей отделением 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**;

5700 руб. – для авторов при предоставлении статей и сопроводительных документов в редакцию по электронной почте **без использования сервиса Личного портфеля**;

6700 руб. – для оплаты издательских расходов организациями при предоставлении статей и сопроводительных документов в редакцию.

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 – **6700 руб.** при предоставлении статей и сопроводительных документов в редакцию.

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. Николаямская, 1
12.	Институт научной информации по общественным наукам Российской академии наук	117418, г. Москва, Нахимовский пр-т, 51/21
13.	Библиотека по естественным наукам Российской академии наук	119890, г. Москва, ул.Знаменка 11/11
14.	Государственная публичная историческая библиотека Российской Федерации	101000, г. Москва, Центр, Старосадский пер., 9
15.	Всероссийский институт научной и технической информации Российской академии наук	125315, г. Москва, ул.Усиевича, 20
16.	Государственная общественно-политическая библиотека	129256, г. Москва, ул.Вильгельма Пика, 4, корп. 2
17.	Центральная научная сельскохозяйственная библиотека	107139, г. Москва, Орликов пер., 3, корп. В
18.	Политехнический музей. Центральная политехническая библиотека	101000, г. Москва, Политехнический пр-д, 2, п.10
19.	Московская медицинская академия имени И.М. Сеченова, Центральная научная медицинская библиотека	117418, г. Москва, Нахимовский пр-кт, 49
20.	ВИНИТИ РАН (отдел комплектования)	125190, г. Москва, ул. Усиевича,20, комн. 401.

ЗАКАЗ ЖУРНАЛА «ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ»

Для приобретения журнала необходимо:

1. Оплатить заказ.
2. Заполнить форму заказа журнала.
3. Выслать форму заказа журнала и сканкопию платежного документа в редакцию журнала по e-mail: edition@rae.ru.

Стоимость одного экземпляра журнала (с учетом почтовых расходов):

Для физических лиц – 1250 рублей
 Для юридических лиц – 2250 рублей
 Для иностранных ученых – 2250 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
Банк получателя Отделение № 8622 Сбербанка России, г. Саратов	БИК	046311649
	к/с	30101810500000000649

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.