

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ № 6 2013
ИССЛЕДОВАНИЯ Часть 6
Научный журнал

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

Журнал включен
в Перечень ВАК ведущих
рецензируемых
научных журналов

Журнал основан в 2003 г.
ISSN 1812-7339

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

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

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

Директор
к.м.н. Стукова Н.Ю.

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

Подписано в печать 07.06.2013

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

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

Усл. печ. л. 31,13.
Тираж 1000 экз. Заказ ФИ 2013/06
Подписной индекс
33297

**ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ
«АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ»
РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

Медицинские науки

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

Педагогические науки

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

Химические науки

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

Иностранные члены редакционной коллегии

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

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

Технические науки

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

Геолого-минералогические науки

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

Искусствоведение

д. искусствоведения Казанцева Л.П. (Астрахань)

Филологические науки

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

Физико-математические науки

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

Экономические науки

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

Murzagaliyeva A. (Kazakhstan)
Novikov A. (Ukraine)
Rahimov R. (Uzbekistan)
Romanchuk A. (Ukraine)
Shamshiev B. (Kyrgyzstan)
Usheva M. (Bulgaria)
Vasileva M. (Bulgaria)

THE PUBLISHING HOUSE «ACADEMY OF NATURAL HISTORY»

THE FUNDAMENTAL RESEARCHES

№ 6 2013
Part 6
Scientific journal

The journal is based in 2003

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

EDITORS-IN-CHIEF

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

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

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

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

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

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

Senior Director and Publisher

Bizenkova M.N.

THE PUBLISHING HOUSE
«ACADEMY OF NATURAL HISTORY»

THE PUBLISHING HOUSE «ACADEMY OF NATURAL HISTORY»

EDITORIAL BOARD

Medical sciences

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

Pedagogical sciences

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

Chemical sciences

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

Technical sciences

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

Art criticism

Kazantseva L.P. (Astrakhan)

Economic sciences

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

Philological sciences

Gadzhiahmedov A.E. (Dagestan)

Geologo-mineralogical sciences

Lebedev V.I. (Kyzyl)

Physical and mathematical sciences

Krishtop V.V. (Khabarovsk)

Foreign members of an editorial board

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

THE PUBLISHING HOUSE
«ACADEMY OF NATURAL HISTORY»

СОДЕРЖАНИЕ

Технические науки

ЭЙКОМОРФОЛОГИЯ. СИНТЕЗ РОДОВ СТРУКТУР ГОМЕОСТАТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ <i>Албегов Е.В., Бутенко Д.В., Бутенко Л.Н.</i>	1319
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА НАБУХАНИЯ ЖМЫХА ЗАРОДЫШЕЙ ПШЕНИЦЫ <i>Алексеева Т.В., Загоруйко Е.А., Родионова Н.С., Корыстин М.И., Иванников А.В., Зяблов М.М.</i>	1324
АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ НА ХАРАКТЕР РАЗРУШЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ <i>Артемьева Е.А., Денисов Ю.В.</i>	1329
ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА ГИДРОТЕРМАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА СИЛИКАТНЫХ МАТЕРИАЛОВ <i>Володченко А.А.</i>	1333
МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ВРЕМЕННЫХ И ТОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АВИАЦИОННЫХ СРЕДСТВ И СРЕДСТВ ПРОТИВОВОЗДУШНОЙ ОБОРОНЫ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ <i>Давыдов Я.М., Андреева Н.Ю.</i>	1338
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ ЗА ВПУСКНЫМ КЛАПАНОМ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ ВИЗУАЛИЗАЦИИ <i>Жаров А.В., Чаплиц А.Д., Крайнов А.А., Павлов А.А.</i>	1344
МЕХАНИЗМ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОГО ПРОБОЯ В ВОДЕ НА АЛЮМИНИЕВЫЕ И ТИТАНОВЫЕ СПЛАВЫ <i>Линёв А.С., Сарилов М.Ю.</i>	1349
ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ДАТЧИК ДИФфуЗНОГО ТИПА НА ОСНОВЕ ГЕНЕРАТОРА ХАОСА <i>Патрушева Т.В., Патрушев Е.М.</i>	1354
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КОМПЛЕКСА ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ СИСТЕМЫ ФИЗИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТА ОХРАНЫ <i>Полянский И.С., Беседин И.И., Панин Б.Л.</i>	1359
ВЛИЯНИЕ ПОСТОЯННОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ДИОКСИДА ТИТАНА <i>Смирнова В.В., Ильин А.П.</i>	1366
ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В СИСТЕМЕ $CaO-SiO_2-H_2O$ В ПРИСУТСТВИИ НЕКОТОРЫХ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ МИНЕРАЛОВ <i>Шаповалов Н.А., Бушуева Н.П., Панова О.А.</i>	1372

Химические науки

НОВЫЙ МЕХАНИЗМ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ХИМИЧЕСКОГО СВЯЗЫВАНИЯ АЗОТА ВОЗДУХА <i>Ильин А.П., Роот Л.О.</i>	1377
ПОЛУЧЕНИЕ И ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДИФИЦИРОВАНИЕ СИЛИКАГЕЛЕЙ ДЛЯ ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ <i>Макарычева А.И., Слижов Ю.Г.</i>	1382

ПОСТРОЕНИЕ ГРУПП РАДИКАЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ ОТРЫВА АЛГОРИТМОМ
 κ -СРЕДНИХ ДЛЯ ПРЕДСКАЗАНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕАГЕНТОВ
 Туманов В.Е. 1386

КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ СПЕКТРОВ
 И ЭЛЕКТРОННОЙ СТРУКТУРЫ ХЕЛАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ ИТТРИЯ
 Харченко В.И., Чередниченко А.И., Алексейко Л.Н. 1391

Биологические науки

ДИСРЕГУЛЯЦИЯ NO/CGMP/CA²⁺-СИГНАЛЬНОГО ПУТИ
 В СОСУДАХ И МИОКАРДЕ СПОНТАННО ГИПЕРТЕНЗИВНЫХ КРЫС
 Андреева Л.А., Накипова О.В., Сергеев А.И., Аверин А.С., Лобанов А.В.,
 Рыков В.А., Чемерис Н.К., Гришина Е.В., Мурашев А.Н., Дынник В.В. 1397

ПЫЛЬЦА И СПОРЫ В ДОННЫХ ОСАДКАХ ЯПОНСКОГО МОРЯ
 Евстигнеева Т.А. 1402

ПЕПТИДНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ ПОВЕДЕНИЯ И МЕДИАТОРНОГО БАЛАНСА
 У СТАРЫХ КРЫС В УСЛОВИЯХ ОККЛЮЗИИ СОННЫХ АРТЕРИЙ
 Карантыш Г.В., Абрамчук В.А., Рыжак Г.А., Менджерский А.М. 1406

ВЫЯВЛЕНИЕ МИКРОАНОМАЛИЙ ХРОМОСОМ У ДЕТЕЙ
 С НЕДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫМИ ФОРМАМИ УМСТВЕННОЙ ОТСТАЛОСТИ:
 ОРИГИНАЛЬНЫЙ АЛГОРИТМ АНАЛИЗА ХРОМОСОМ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ
 МЕТОДАМИ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ЦИТОГЕНЕТИКИ
 Колотий А.Д., Ворсанова С.Г., Юров И.Ю., Демидова И.А.,
 Кравец В.С., Куринная О.С., Шаронин В.О., Юров Ю.Б. 1411

СВЯЗЬ МЕЖДУ ПОРАЖАЕМОСТЬЮ СОРТОВ RIBES NIGRUM L. АНТРАКНОЗОМ
 И СЕПТОРИОЗОМ И ИХ ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬЮ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ
 Михневич Н.И., Сорокопудов В.Н. 1420

ИЗУЧЕНИЕ ПОЛИМОРФИЗМА ISSR-МАРКЕРОВ В ПРИРОДНЫХ
 И ИСКУССТВЕННЫХ ПОПУЛЯЦИЯХ ЛИСТВЕННИЦЫ
 Нечаева Ю.С., Боронникова С.В., Юсупов Р.Р., Хайнце Б. 1426

АНТИБАКТЕРИАЛЬНОЕ ДЕЙСТВИЕ ФТОРСОДЕРЖАЩЕГО
 СЕЛЕНООРГАНИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА НА КЛИНИЧЕСКИЕ ШТАММЫ
 STAPHYLOCOCCUS AUREUS
 Русецкая Н.Ю., Димидов Д.П., Саратцев А.В., Горошинская И.А., Бородулин В.Б. 1432

ДИСРЕГУЛЯЦИЯ CA²⁺-СИГНАЛЬНЫХ ПУТЕЙ АДИПОЦИТОВ
 ПРИ ОЖИРЕНИИ И ДИАБЕТЕ 2-ГО ТИПА
 Сергеев А.И., Сирота Н.П., Туровский Е.А., Туровская М.В., Хаустова Я.В.,
 Симонова М.А., Гришина Е.В., Долгачева Л.П., Зинченко В.П., Дынник В.В. 1436

РОЛЬ РАСТЕНИЙ В ЭКОЛОГИИ YERSINIA PSEUDOTUBERCULOSIS
 Тимченко Н.Ф., Персиянова Е.В. 1442

EUPHORBIA FISCHERIANA STEUDEL В ВОСТОЧНОМ ЗАБАЙКАЛЬЕ
 Чудновская Г.В. 1449

ИЗМЕНЕНИЕ АДГЕЗИВНОЙ АКТИВНОСТИ ESCHERICHIA COLI
 И PSEUDOMONAS AERUGINOSA ПОД ВЛИЯНИЕМ
 НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА
 Шуб Г.М., Шаповал О.Г., Вельмакин С.Е., Сакулина Л.Б. 1453

АККУМУЛЯЦИЯ ЖЕЛЕЗА, МАРГАНЦА И НИКЕЛЯ В ПОДЗЕМНЫХ И НАДЗЕМНЫХ
 ОРГАНАХ INULA HELENIUM L. В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО УРАЛА
 Янтурин И.Ш., Аминева А.А. 1456

Географические науки**ПРИНЦИПЫ РАЗВИТИЯ ГЛОБАЛЬНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА**

Нагирная А.В. 1462

Фармацевтические науки

**ИССЛЕДОВАНИЯ ВЗАИМОСВЯЗИ СТРУКТУРЫ С ПРОТИВОВОСПАЛИТЕЛЬНОЙ
АКТИВНОСТЬЮ N- АЛКИЛЗАМЕЩЕННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ АНТРАНИЛОВОЙ
КИСЛОТЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОЭФФИЦИЕНТА
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОКТАНОЛ-ВОДА**

Коркодинова Л.М., Андрюков К.В., Вейхман Г.А., Ендальцева О.С., Визгунова О.Л. 1468

**НЕЙРОПРОТЕКТОРНОЕ ДЕЙСТВИЕ НОВОГО ПРОИЗВОДНОГО
ГАМК-РГПУ-195 ПРИ ИШЕМИИ ГОЛОВНОГО МОЗГА**

Мазина Н.В., Волотова Е.В., Куркин Д.В. 1473

**КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ НЕКОТОРЫХ ДИКОРАСТУЩИХ
ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ ЮГО-ЗАПАДНЫХ РАЙОНОВ
СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Турьшиев А.Ю., Рябинин А.Е., Яковлев А.Б., Олешко Г.И. 1477

Экономические науки

**ИНТЕГРИРОВАННЫЕ СТРУКТУРЫ В СОВРЕМЕННОЙ ЭКОНОМИКЕ:
СУЩНОСТЬ, ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ**

Белый Е.М., Рожкова Е.В., Тюлин А.Е. 1482

**ИНСТИТУЦИОНАЛЬНАЯ СРЕДА ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ
ЭКОНОМИКИ РЕГИОНА**

Крутчанкова К.А., Бухтиярова Т.И. 1485

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА УДЕЛЬНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ
ДЛЯ ОЦЕНКИ УРОВНЯ РАЗВИТИЯ МЕСТНЫХ РЫНКОВ
РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ**

Черных В.В. 1493

Педагогические науки

**ДЫХАНИЕ КАК ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ ИСПОЛНИТЕЛЬСКИХ
УМЕНИЙ И НАВЫКОВ УЧАЩИХСЯ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ
ИГРЕ НА ТУБЕ**

Балагур Д.А. 1498

**ФОРМИРОВАНИЕ ТОЛЕРАНТНЫХ ЦЕННОСТЕЙ У БАКАЛАВРОВ –
БУДУЩИХ ПЕДАГОГОВ В СОВРЕМЕННОЙ
ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЕ**

Безотечество Л.М. 1502

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ ИНФОРМАЦИОННЫХ И КОММУНИКАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ
И УМЕНИЙ БУДУЩЕГО ИНЖЕНЕРА-ЭКОЛОГА**

Разживина Г.П., Симонова И.Н. 1506

**УПРАВЛЕНИЕ ПЕДАГОГИЧЕСКИМИ ИССЛЕДОВАНИЯМИ
ОБРАЗОВАНИЯ В РЕГИОНЕ КАК ГУМАНИТАРНАЯ ПРАКТИКА**

Яркова Т.А. 1511

Психологические науки

РАЗРАБОТКА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОНЯТИЯ СУБЪЕКТА
КАК НОСИТЕЛЯ ПРИЧИННОСТИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
РАЗВИТИЯ ЛИЧНОСТИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Быкова А.В.1518

Исторические науки

ПРОФЕССОР Н.В. СКЛИФОВСКИЙ (1836–1904) – ПОПУЛЯРНЕЙШИЙ
ВРАЧ-ХИРУРГ ВТОРОЙ ПОЛОВИНЫ XIX ВЕКА – ОСНОВОПОЛОЖНИК
ХИРУРГИЧЕСКОЙ ГЕПАТОЛОГИИ В РОССИИ

Крачун Г.П.1524

Культурология

ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНОЕ НАСЛЕДИЕ ТУЛЫ И ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ
ДЛЯ РАЗВИТИЯ РЕКРЕАЦИИ И ТУРИЗМА В РЕГИОНЕ

Корнеева М.Е.1530

Филологические науки

ПРОИСХОЖДЕНИЕ ЧУВАШСКИХ ДИАЛЕКТОВ

Желтов П.В.1535

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ1539

CONTENTS

Technical sciences

EIKOMORPHOLOGY. THE STRUCTURES SPECIES SYNTHESIS OF HOMEOSTATIC NETWORKS <i>Albegov E.V., Butenko D.V., Butenko L.N.</i>	1319
STUDY OF THE SWELLING PROCESS OF WHEAT GERMS CAKE <i>Alekseeva T.V., Zagorulko E.A., Rodionova N.S., Korystin M.I., Ivannikov A.V., Zhablov M.M.</i>	1324
THE ANALYSIS OF INFLUENCE OF TEMPERATURE FIELDS ON NATURE OF DESTRUCTION OF DETAILS <i>Artemeva E.A., Denisov Y.V.</i>	1329
EFFECT OF CONDITIONS OF HYDROTHERMAL TREATMENT ON THE PROPERTIES OF SILICATE MATERIALS <i>Volodchenko A.A.</i>	1333
METHODS OF EVALUATION OF TIME AND ACCURACY CHARACTERISTICS OF AIR ASSETS AND AIR DEFENSE ON EFFICIENCY OF THEIR USE <i>Davydov Y.M., Andreeva N.Y.</i>	1338
STUDY COURSE FOR INTAKE VALVES OF INTERNAL COMBUSTION ENGINES USING METHODS VISUALIZATION <i>Zharov A.V., haplits A.D., Kraynov A.A., Pavlov A.A.</i>	1344
ERODING BREAKDOWN MECHANISM IN WATER FOR ALUMINIUM AND TITANIUM ALLOYS <i>Linev A.S., Sarilov M.Y.</i>	1349
PHOTOELECTRIC DIFFUSE – TYPE SENSOR BASED ON CHAOTIC OSCILLATOR <i>Patrusheva T.V., Patrushev E.M.</i>	1354
MATHEMATICAL MODEL COMPLEX ENGINEERING AND TECHNICAL SYSTEMS OF PHYSICAL PROTECTION OF PROPERTY <i>Polyanskiy I.S., Besedin I.I., Panin B.L.</i>	1359
INFLUENCE OF CONSTANT ELECTRIC FIELD ON DIOXIDE TITANIUM SORPTION PROPERTIES <i>Smirnova V.V., Ilyin A.P.</i>	1366
FEATURES OF PROCESSES OF INTERACTION IN SYSTEM CAO–SiO ₂ –H ₂ O IN THE PRESENCE OF SOME FERRIFEROUS MINERALS <i>Shapovalov N.A. Bushueva N.P., Panova O.A.</i>	1372

Chemical sciences

THE NEW MECHANISM OF HIGH-TEMPERATURE CHEMICAL BONDING OF AIR NITROGEN <i>Ilin A.P., Root L.O.</i>	1377
OBTAINING AND GEOMETRICAL MODIFICATION OF SILICA GELS FOR GAS CHROMATOGRAPHY <i>Makarycheva A.I., Slizhov Y.G.</i>	1382
CREATION OF GROUPS OF RADICAL ABSTRACTION REACTIONS BY ALGORITHM K-MEANS FOR THE PREDICTION OF PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF REAGENTS <i>Tumanov V.E.</i>	1386

QUANTUM-CHEMICAL CALCULATIONS OF VIBRATIONAL SPECTRA
AND ELECTRONIC STRUCTURE OF ITTRIUM CHELATE COMPLEXES

Kharchenko V.I., Cherednichenko A.I., Alexeiko L.N. 1391

Biological sciences

DYSREGULATION OF NO/CGMP/CADPR/CA²⁺-SIGNALLING PATHWAY IN AORTA
AND MYOCARDIUM OF SPONTANEOUSLY HYPERTENSIVE RATS

*Andreeva L.A., Nakipova O.V., Sergeev A.I., Averin A.S., Lobanov A.V.,
Rykov V.A., Chemeris N.K., Grishina E.V., Murashev A.N., Dynnik V.V.* 1397

POLLEN AND SPORES IN BOTTOM SEDIMENTS OF THE SEA OF JAPAN

Evstigneeva T.A. 1402

PEPTIDE REGULATION OF BEHAVIOR AND MEDIATOR BALANCE
OF OLD RATS WITH OCCLUSION OF THE CAROTID ARTERIES

Karantysh G.V., Abramchuk V.A., Ryzhak G.A., Mendzheritski A.M. 1406

DETECTION OF CHROMOSOMAL MICROANOMALIES IN CHILDREN
WITH IDIOPATHIC FORMS OF MENTAL RETARDATION: ORIGINAL ALGORITHM
OF CHROMOSOME ANALYSIS USING HIGH RESOLUTION BANDING
AND MOLECULAR CYTOGENETIC TECHNIQUES

*Koloty A.D., Vorsanova S.G., Iourov I.Y., Demidova I.A., Kravets V.S., Kurinnaya O.S.,
Sharonin V.O., Yurov Y.B.* 1411

THE RELATIONSHIP BETWEEN DAMAGES OF CULTIVARS OF RIBES
NIGRUM L. BY SEPTORIA RIBIS DESM., PSEUDOPETIZIA RIBIS KLEB.
AND ITS DROUGHT RESISTANCE IN THE BELGOROD REGION

Mikhnevich N.I., Sorokopudov V.N. 1420

THE STUDY OF ISSR-MARKERS POLYMORPHISM IN NATURAL AND CULTURAL
POPULATIONS OF LARCH

Nechaeva Y.S., Boronnikova S.V., Yusupov R.R., Heinze B. 1426

ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF FLUORINATED SELENORGANIC COMPOUND
ON THE CLINICAL STRAINS OF STAPHYLOCOCCUS AUREUS

Rusetskaya N.Y., Dimidov D.P., Sarattsev A.V., Goroshinskaya I.A., Borodulin V.B. 1432

DYSREGULATION OF CA²⁺ SIGNALING IN WHITE RODENT ADIPOCYTES
IN OBESITY AND TYPE 2 DIABETES

*Sergeev A.I., Sirota N.P., Turovsky E.A., Turovskaya M.V., Chaustova Y.V.,
Simonova M.A., Grishina E.V., Dolgacheva L.P., Zinchenko V.P., Dynnik V.V.* 1436

THE ROLE OF PLANTS IN THE ECOLOGY OF YERSINIA
PSEUDOTUBERCULOSIS

Timchenko N.F., Persyanova E.V. 1442

EUPHORBIA FISCHERIANA STEUDEL IN EAST TRANSBAIKALIA

Chudnovskaya G.V. 1449

CHANGING OF ADHESIVE ACTIVITY OF ESCHERICHIA COLI
AND PSEUDOMONAS AERUGINOSA UNDER THE INFLUENCE
OF SILVER NANOPARTICLES

Shub G.M., Shapoval O.G., Velmakina S.E., Sakulina L.B. 1453

ACCUMULATION OF IRON, MANGANESE AND NICKEL IN UNDERGROUND
AND ABOVEGROUND ORGANS INULA HELENICUM L.
IN THE CONDITIONS OF SOUTHERN URAL

Yanturin I.S., Amineva A.A. 1456

Geographical science

GLOBAL INFORMATION SPACE: PATTERNS OF DEVELOPMENT

Nagirnaya A.V.1462

Pharmaceutical sciences

THE RESEARCHES OF RELATIONSHIP OF STRUCTURE
WITH ANTI-INFLAMMATORY ACTIVITY OF N- ALKYL SUBSTITUTED
DERIVATIVES OF ANTHRANILIC ACID WITH USE THE FACTOR
OF DISTRIBUTION OCTANOL-WATER

Korkodinova L.M., Andryukov K.V., Veykhman G.A., Endaltseva O.S., Vizgunova O.L.1468

NEUROPROTECTIVE ACTION OF NEW GABA DERIVATIVE –
RGPU-195 IN CEREBRAL ISHEMIA

Mazina N.V., Volotova E.V., Kurkin D.V.1473

COMPLEX EVALUATION OF SOME WILD MEDICINAL PLANTS' STATUS
OF SVERDLOVSK REGION SOUTHWEST AREAS

Turyshch A.Y., Ryabinin A.E., Yakovlev A.B., Oleshko G.I.1477

Economic sciences

INTEGRATED STRUCTURES IN THE MODERN ECONOMY:
ESSENCE, DEVELOPMENT TRENDS

Belyy E.M., Rozhkova E.V., Tyulin A.E.1482

INSTITUCIONAL NAJA SREDA INNOVACIONNOGO RAZVITIJA
JEKONOMIKI REGIONA

Krutchankova K.A., Buhtijarova T.I.1485

USING THE METHODS OF THE CALCULATION OF THE SPECIFIC FACTOR
FOR ESTIMATION LEVEL DEVELOPMENTS LOCAL MARKET
REPUBLICS MARIE EL

Chernyh V.V.1493

Pedagogical sciences

BREATHING AS THE BASIS OF THE PERFORMING SKILLS OF PUPILS
IN THE LEARNING PROCESS TO PLAY THE TUBA

Balagur D.A.1498

FORMATION OF TOLERANCE VALUES AMONG STUDENTS – THE FUTURE
OF THE TEACHER IN THE MODERN INFORMATION ENVIRONMENT

Bezotchestvo L.M.1502

USE OF MEANS OF INFORMATION AND COMMUNICATION
TECHNOLOGIES FOR FORMATION OF ECOLOGICAL KNOWLEDGE
AND ABILITIES OF FUTURE ENGINEER-ECOLOGIST

Razzhivina G.P., Simonova I.N.1506

MANAGEMENT OF PEDAGOGICAL RESEARCHES OF EDUCATION
IN THE REGION AS HUMANITARIAN PRACTICE

Yarkova T.A.1511

Psychological sciences

CHARACTERIZE THE NOTION OF THE SUBJECT AS CARRIERS OF CAUSAL
FOR PERSONAL DEVELOPMENT IN THE EDUCATIONAL PROCESS

Bykova A.V.1518

History sciences

PROFESSOR N. V. SKLIFOSOVSKY (1836–1904) – THE MOST POPULAR
DOCTOR-SURGEON OF THE SECOND HALF THE XIX CENTURY – THE FOUNDER
OF SURGICAL HEPATOLOGY IN RUSSIA

Krachun G.P.1524

Cultorology

HISTORICAL-CULTURAL HERITAGE OF CITY OF TULA AND THE TULA REGION
FOR THE DEVELOPMENT OF RECREATION AND TOURISM IN THE REGION

Korneeva M.E.1530

Philological sciences

THE ORIGIN OF CHUVASH DIALECTS

Zheltoy P.V.1535

RULES FOR AUTHORS1539

УДК 510.22, 519.714

ЭЙКОМОРФОЛОГИЯ. СИНТЕЗ РОДОВ СТРУКТУР ГОМЕОСТАТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Албегов Е.В., Бутенко Д.В., Бутенко Л.Н.

ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет»,
Волгоград, e-mail: albegov05@mail.ru

Данная работа посвящена описанию первого этапа исследования на концептуальном уровне гомеостатических сетевых структур – «Эйкоморфологии», а именно морфологическому синтезу моделей гомеостатических сетей класса «Эйкосов» на основе формального математического аппарата ступеней. Анализируется аксиоматическая теория родов структур адаптивных систем и строятся новые теоретико-множественные математические модели гомеостатической сетевой системы, которые описывают зависимость множества функций системы от множества свойств её элементов, которые в свою очередь зависят от множества целей. Анализ математических моделей позволяет определить три вида гомеостатических сетей как моделей управления: модель объекта управления, модель субъекта управления и комбинационная модель целостной системы управления. С помощью математического родоструктурного аппарата теории ступеней синтезируется конечное абстрактное множество морфологических вариантов новых гомеостатических сетевых систем, которые позволят описать управление в реальных системах.

Ключевые слова: теория родов структур, гомеостат, гомеостатическая сеть, множество, математическая модель, аппарат ступеней

EIKOMORPHOLOGY. THE STRUCTURES SPECIES SYNTHESIS OF HOMEOSTATIC NETWORKS

Albegov E.V., Butenko D.V., Butenko L.N.

Volgograd state technical university, Volgograd, e-mail: albegov05@mail.ru

The paper is devoted to the description of the first stage of conceptual investigation of homeostatic network structures – the «Eikomorphology», notably to the morphological synthesis of homeostatic networks of the «Eikos» class based on formal mathematical apparatus of stages. The axiomatic of species of structures theory of adaptive systems is analyzed and new set-theoretical mathematical models of homeostatic network system are generated. Such models describe set of system functions dependence on set of properties of its elements, which in turn depend on set of goals. Analysis of mathematical models makes it possible to define three types of homeostatic networks as control models: model of control object, model of control subsystem and combinational model of integral control system. The finite set of homeostatic network systems are synthesized using mathematical apparatus of stages. This will make it possible to describe the controlling in real systems.

Keywords: theory of species of structures, homeostat, homeostatic network, set, mathematical model, apparatus of stages

В настоящее время научная задача обеспечения устойчивости, решаемая в технической, управленческой и других видах деятельности, имеет тенденцию к учёту всё большего количества требований, предъявляемых рядом новых технологий. В техносфере реализовано множество механизмов обеспечения устойчивости систем, но в связи с постоянным развитием искусственных систем инженерам приходится искать новые пути решения гигантской и одной из труднейших научных проблем – проблемы устойчивости технических систем. С точки зрения системного подхода устойчивость возрастает в процессе эволюции систем. Наиболее развитые системы обладают качеством целенаправленности, которое связано с наличием системных механизмов самоорганизации. Подобные адаптивизационные механизмы (усиливающие процесс приспособляемости систем к среде) [7] присутствуют в естественных системах высших уровней развития. Управление в таких системах носит многоцелевой и многопараметрический характер на всех уровнях

управления. Такой подход позволяет обеспечивать мультиустойчивость комплексных систем при различных воздействиях внешней среды. В области проектирования искусственных устойчивых систем актуально решение задачи обеспечения адаптивной устойчивости.

В работе авторов [1, 8] определено, что наиболее устойчивыми и развитыми системами из множества адаптивных являются те, которые относятся к метаклассу гомеостатических систем. На основе исследований [8] в данном метаклассе был определён новый класс детерминированных систем управления группового характера развития – класс «Эйкосов», элементы которого представляют собой гомеостатические сети, т.е. используют не одноконтурные рефлексивные механизмы адаптивизации, а связные многоконтурные. За счёт групповой связной многоконтурности система имеет общий целевой запас противоречия, изменение которого повлияет на локальные запасы противоречий. Управление устойчивостью в таких системах реализуется мето-

дом стратегирования на основе сценарного подхода, который является эффективным методом прогнозирования комплексной ситуации, а также позволяет определять неожиданные пути решения проблемных задач в сложных системах.

Целью данной работы является генерация новых родов структур гомеостатических сетей в виде конечного множества абстрактных морфологических моделей, входящих в класс «Эйкосов», описанных на основе аппарата теории множеств.

Для достижения поставленной цели выделяются следующие задачи:

– анализ аксиоматики формальной теории систем управления;

– построение и анализ математических моделей гомеостатической сетевой системы;

– определение конечного множества абстрактных гомеостатических сетевых моделей на основе математического аппарата ступеней С.П. Никанорова [4].

Аксиоматика, структуры и признаки гомеостатических систем

В работе [7] представлена аксиома, устанавливающая существование структур гомеостатического типа в причинно-следственной сети управляющих систем, имеющая вид:

$$Ax_6 : \forall d \in D_2; \forall x \in X_1; \forall y \in X_1; \\ \forall z \in X_1 (pr_1 d = (x, y)) \& (pr_2 d = z) \& (\exists a \in X_2 ((y, a) \in D_1) \& (x, a) \in D_1))).$$

Для данной аксиомы определены следующие элементы: X_1 – управляющая система, X_2 – объект управления, родовые отношения: $D_1 \in B(X_1 \times X_2)$; $D_2 \in B(X_1 \times X_1)$; $pr_1 d$ – область определения соответствия [2], pr_2 – область значений соответствия [2]. Соответствия [2] определяются в гомеостатической причинно-следственной сети управляющих систем в смысле отображения подмножества x, y множества управляющих систем X_1 на подмножество z множества управляющих систем X_1 как треугольник

управляющих систем. При этом множество всех подмножеств $x, y \in X_1$, соответствующих элементу z , называется *прообразом* z в X_1 при соответствии d , а множество всех $z \in X_1$, соответствующих элементам x, y , во множестве управляющих систем X_1 называется *образом* x, y в X_1 при соответствии d . Функция такого треугольника управляющих систем будет записываться в виде кортежа $(f, (x, y), z)$, а график функции – $f \subseteq (x, y) \times z$. Схематичная трактовка аксиомы представлена на рисунке.

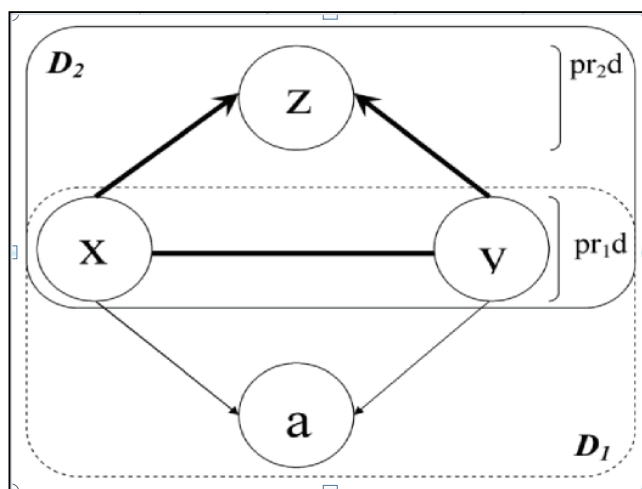


Схема причинно-следственной сети управляющих систем, где x, y, z – подмножества множества управляющих систем, a – подмножество множества объектов управления, D_1 – область подмножества множества родовых отношений множеств управляющих систем и объектов управления, D_2 – область подмножества множества родовых отношений множеств управляющих систем, $pr_1 d$ – область определения соответствия, $pr_2 d$ – область значений соответствия

Таким образом, формальная аксиоматическая теория позволяет определить некоторые подмножества множества трехконтурных управляющих систем как

подмножества объектов управления, находящихся под управлением некоторых подмножеств управляющих систем. Описанный сетевой каскад управления опре-

деляется в двух основных типах гомеостатической причинно-следственной сети управляющих систем [7]:

1. Рефлексивно-гомеостатическая сеть – сеть гибридной структуры, в которых слой адаптивизирующих (усиливающих процесс приспособляемости систем к условиям) подсистем (рефлексивных контуров) располагается вокруг основного гомеостатического контура управления.

2. Гомеостатико-гомеостатическая сеть – сеть, в которых управление множеством гомеостатов осуществляется гомеостатами.

Аксиоматическая формальная теория позволяет формализовать причинно-следственные сети управляющих систем вида «многоэтажных гомеостатов» [7] в качестве простых и хроматических графов, а также гиперграфов [5], что не противоречит известной модели фрактальной организации гомеостатов в функциональные сети [3]. Подобную формализацию можно назвать «структурной» формализацией. Другой вид формализации, «компонентный», позволит определить в причинно-следственной сети управляющих систем компоненты и связи между ними.

Из гомеостатики [3] и медицинской гомеостатики [6] известно шесть базовых гомеостатических структур. Согласно исследованию рассмотрим их как подмножества множества, с выделением принадлежности к субъектной и объектной части системы. Для объекта управления характерны следующие множества гомеостатов [3]: множество компенсационных гомеостатов $\{КГ\} \in X_1$; множество планетарных гомеостатов $\{ПлГ\} \in X_2$; множество пульсирующих гомеостатов $\{ПГ\} \in X_3$; множество ритмических гомеостатов $\{РГ\} \in X_4$. Для системы управления характерны следующие известные [3] множества гомеостатов: множество магнитно-полевых гомеостатов $\{М – ПГ\} \in X_1$; множество информационно-полевых гомеостатов $\{И – ПГ\} \in X_1$. На множестве гомеостатов известны следующие типы отношений [3]: союзнические $\oplus$ (эффект гомеостатов складывается); партнерские $\otimes$ (эффект гомеостатов умножается); конкурентные $\ominus$ (эффект гомеостатов вычитается).

Для представленных множеств гомеостатов выделяются следующие известные признаки [3], для которых задаются числовые последовательности на основе качественной экспертной оценки, где 1а, 1б и т.д. – качественные оценки:

- 1) функциональное предназначение (0, 1, 2);
- 2) уровень качества поддержания гомеостаза (0, 1а, 1б, 1с, 1д, 2а, 2б);

- 3) сложность структуры (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6);
- 4) жизнеспособность (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6);
- 5) уровень функционирования (0, 1а, 1б, 1с, 1д, 2а, 2б);
- 6) уровень управления (0, 1, 2);
- 7) уровень качества подавления проникающей помехи (0, 1а, 1б, 1с, 1д, 2а, 2б);
- 8) устойчивость антагонистов (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6);
- 9) самокомпенсация (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6).

Построение и анализ математических моделей гомеостатической системы

Для «компонентной» формализации требуется построить математическую модель управляющей системы гомеостатического типа в виде теоретико-множественного описания. Для построения математической модели гомеостатической сети введём следующие вспомогательные понятия, используя термины теории множеств [2]: M – множество базовых элементов системы; I – истинное множество элементов; R – множество отношений элементов системы; P – множество свойств элементов системы; C – множество целей системы; Q – множество всех возможных структур системы; Q_n – подмножество подходящих структур; F – множество всех возможных функций системы.

Общая теоретико-множественная модель структуры системы имеет следующий вид:

$$Q = (M, R, ((C \subset P) \subset F)),$$

где

♦ множество базовых элементов системы состоит из известных множеств гомеостатов $M: \{КГ, ПлГ, ПГ, РГ, М – ПГ, И – ПГ\}$;

♦ родовые отношения аксиоматической теории находятся в отношении включения со множеством базовых элементов системы $D_1, D_2 \subseteq M$;

♦ множества союзнических, партнерских и конкурентных отношений являются строгими подмножествами множества отношений элементов системы и определяются на всём множестве базовых элементов системы $R \oplus R \otimes R \ominus \subset R$, где $R \oplus \neq R \otimes \neq R \ominus$ и $R \subseteq M^n$, где n – число элементов множества базовых элементов системы;

♦ множество целей системы C отображается на множество свойств системы P , отображение которых в свою очередь отображается на множество всех возможных функций системы F .

Используя математический аппарат ступеней [4], получим общую развернутую теоретико-множественную модель системы.

Пусть множество гомеостатов M является универсумом I [2].

$I = M: \{КГ, ПлГ, ПГ, РГ, М – ПГ, И – ПГ\}$ – множество гомеостатов.

На нормальной ступени S_0 определяется сам универсум как конечное разнобразие элементов множества:

$$S_0:I.$$

На первой нормальной гомоморфной ступени S_1 определяется булеан множества (дифференцированное разнобразие групп элементов множества), т.е. определяются 6 групп подмножеств множества, определённые по формальному основанию – число элементов (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6).

$$S_1:B(I).$$

$$S_2 - S_7 : D^6B(I) =$$

$$= \{(\text{кг}, \text{плг}, \text{пг}, \text{рг}, \text{м-пг}, \text{и-пг}) | \text{кг} \in \text{КГ}, \text{плг} \in \text{ПлГ}, \text{пг} \in \text{ПГ}, \text{рг} \in \text{РГ}, \\ \text{м-пг} \in \text{М-ПГ}, \text{и-пг} \in \text{И-ПГ}\}.$$

Таким образом, с учётом замены знака операции бинарного отношения « $\times$ » декартиана как оператора на операцию отношения, характерную для гомеостатов, в общем виде записываемую как R , и вынесения этой операции за обозначения множества « $\{\}$ », постулируя такой формой записи наличие множе-

На второй нормальной гомоморфной ступени S_2 определяется декартиан (интегратор разрозненных элементов) булеана множества (разнообразия групп элементов множества) или дифинтеграция разрозненных элементов, т.е. определяются между соседними группами подмножеств множества бинарные отношения. На следующих нормальных гомоморфных ступенях $S_3 - S_7$ определяется декартиан порядков 2–6 ($D^2 - D^6$) булеана множества для определения бинарных отношений для всех элементов внутри множества по типу «все со всеми» (сеть).

ства отношений R на множестве гомеостатов, получаем подмножество абстрактных морфологических моделей гомеостатических сетей по группам подходящих структур систем и определяем соответствующие им наборы экспертных оценок признаков. Для примера приводятся первая и пятая группы из шести:

♦ первая группа:

$R\{\emptyset\}, \{0\};$

$R\{\text{КГ}\}, \{1(I), 2(1a), 3(I), 4(I), 5(1a), 6(I), 7(1a), 8(1), 9(I)\};$

$R\{\text{ПлГ}\}, \{1(I), 2(1b), 3(2), 4(2), 5(1b), 6(I), 7(1b), 8(2), 9(2)\};$

$R\{\text{ПГ}\}, \{1(I), 2(1c), 3(3), 4(3), 5(1c), 6(I), 7(1c), 8(3), 9(3)\};$

$R\{\text{РГ}\}, \{1(I), 2(1d), 3(4), 4(4), 5(1d), 6(I), 7(1d), 8(4), 9(4)\};$

$R\{\text{М-ПГ}\}, \{1(2), 2(2a), 3(5), 4(5), 5(2a), 6(2), 7(2a), 8(5), 9(5)\};$

$R\{\text{И-ПГ}\}, \{1(2), 2(2b), 3(6), 4(6), 5(2b), 6(2), 7(2b), 8(6), 9(6)\};$

♦ пятая группа:

$R\{\text{КГ}, \text{ПлГ}, \text{ПГ}, \text{РГ}, \text{М-ПГ}\}, \{1(1, 2), 2(1a, 1b, 1c, 1d, 2a), 3(1, 2, 3, 4, 5), 4(1, 2, 3, 4, 5), 5(1a, 1b, 1c, 1d, 2a), 6(1, 2), 7(1a, 1b, 1c, 1d, 2a), 8(1, 2, 3, 4, 5), 9(1, 2, 3, 4, 5)\};$

$R\{\text{КГ}, \text{ПлГ}, \text{ПГ}, \text{РГ}, \text{И-ПГ}\}, \{1(1, 2), 2(1a, 1b, 1c, 1d, 2b), 3(1, 2, 3, 4, 6), 4(1, 2, 3, 4, 6), 5(1a, 1b, 1c, 1d, 2b), 6(1, 2), 7(1a, 1b, 1c, 1d, 2b), 8(1, 2, 3, 4, 6), 9(1, 2, 3, 4, 6)\};$

$R\{\text{КГ}, \text{ПлГ}, \text{ПГ}, \text{М-ПГ}, \text{И-ПГ}\}, \{1(1, 2), 2(1a, 1b, 1c, 2a, 2b), 3(1, 2, 3, 5, 6), 4(1, 2, 3, 5, 6), 5(1a, 1b, 1c, 2a, 2b), 6(1, 2), 7(1a, 1b, 1c, 2a, 2b), 8(1, 2, 3, 5, 6), 9(1, 2, 3, 5, 6)\};$

$R\{\text{КГ}, \text{ПлГ}, \text{РГ}, \text{М-ПГ}, \text{И-ПГ}\}, \{1(1, 2), 2(1a, 1b, 1d, 2a, 2b), 3(1, 2, 4, 5, 6), 4(1, 2, 4, 5, 6), 5(1a, 1b, 1d, 2a, 2b), 6(1, 2), 7(1a, 1b, 1d, 2a, 2b), 8(1, 2, 4, 5, 6), 9(1, 2, 4, 5, 6)\};$

$R\{\text{КГ}, \text{ПГ}, \text{РГ}, \text{М-ПГ}, \text{И-ПГ}\}, \{1(1, 2), 2(1a, 1c, 1d, 2a, 2b), 3(1, 3, 4, 5, 6), 4(1, 3, 4, 5, 6), 5(1a, 1c, 1d, 2a, 2b), 6(1, 2), 7(1a, 1c, 1d, 2a, 2b), 8(1, 3, 4, 5, 6), 9(1, 3, 4, 5, 6)\};$

$R\{\text{ПлГ}, \text{ПГ}, \text{РГ}, \text{М-ПГ}, \text{И-ПГ}\}, \{1(1, 2), 2(1b, 1c, 1d, 2a, 2b), 3(2, 3, 4, 5, 6), 4(2, 3, 4, 5, 6), 5(1b, 1c, 1d, 2a, 2b), 6(1, 2), 7(1b, 1c, 1d, 2a, 2b), 8(2, 3, 4, 5, 6), 9(2, 3, 4, 5, 6)\}.$

На основе результатов использования математического аппарата ступеней (декартиан булеана множества гомеостатов) общая теоретико-множественная модель

структуры гомеостатической системы преобразуется в развернутую теоретико-множественную модель системы, имеющую следующий вид:

$$Qn = (D^m B(\emptyset, \text{КГ}, \text{ПлГ}, \text{ПГ}, \text{РГ}, \text{М-ПГ}, \text{И-ПГ}), \{R \oplus, R \otimes, R \Theta\} \subseteq M^n, ((C \subset P) \subset F)),$$

где m – порядок декартиана булеана множества, n – число элементов множества, $m = n - 1$.

Общая развёрнутая теоретико-множественная модель системы позволяет определить три вида гомеостатических сетей

как моделей управления, вытекающих из теории гомеостатики по принадлежности гомеостатов к субъектной и объектной части системы:

– система сетевого гомеостатического объекта управления (S_A) – модель объекта управления;

– система сетевого гомеостатического субъекта управления (S_B) – модель управляющей системы;

– система сетевых гомеостатических объекта и субъекта управления ($S_{AB} = S_A \cup S_B$) – комбинационная модель системы управления объектом управления.

Выводы

Таким образом, на основе анализа аксиоматической теории адаптивных систем были получены теоретико-множественные модели сетевой гомеостатической системы, позволяющие описать элементный состав, а также комплексную иерархичность и интегративность зависимостей между целями, свойствами и функциями в сети как целостном объекте, что качественно показывает высокий уровень сложности системного управления для обеспечения устойчивости относительно адаптивных систем негомеостатического типа.

С помощью математического аппарата теории ступеней формализован новый класс детерминированных систем управления группового характера развития (класс «Эйкосов») путем синтеза новых родов структур гомеостатических сетей, что характеризует «мощность» и трансдисциплинарную аппликабельность данного аппарата как способа получения нового.

Анализ математических моделей позволил определить гомеостатические сети как объекты, субъекты или целостные системы управления, что позволяет соотнести абстрактные морфологические модели, полученные на этапе использования аппарата ступеней, к той или иной группе, что, в свою очередь, повлияет на выбор способов управления в реальных системах, описываемых в рамках кибернетического, а, в частности, гомеостатического, подходов.

Список литературы

1. Албегов Е.В., Бутенко Д.В., Бутенко Л.Н. Исследование дельты устойчивости систем // Труды Конгресса по интеллектуальным системам и информационным технологиям «IS&IT'11» (Дивноморское, 2-9 сент. 2011 г.). В 4 т. Т. 1 : докл. секций междунар. науч.-техн. конференций «AIS'11» и «CAD-2011» / ФГОУ ВПО «Южный федеральный ун-т» [и др.]. – М., 2011. – С. 362–363.

2. Аляев Ю.А., Тюрин С.Ф. Дискретная математика и математическая логика. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 366 с.

3. Горский Ю.М., Степанов А.М., Теслинов А.Г. Гомеостатика: гармония в игре противоречий. – Иркутск : Репроцентр А1, 2008. – 634 с.

4. Никаноров С.П. Введение в аппарат ступеней и его применение. – М.: Концепт, 2010. – 185 с.

5. Никаноров С.П. Расширение предмета теории графов [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.supir.ru/index.php> (дата обращения: 15.02.13).

6. Степанов А.М. Основы медицинской гомеостатики. Лекции по теории и практике биоинформационных коррекций. – Воронеж: МОДЭК, 1994. – 272 с.

7. Теслинов А.Г. Развитие систем управления: методология и концептуальные структуры. – М.: Глобус, 1998. – 229 с.

8. Albegov Ye.V., Butenko D.V., Butenko L.N. The system analysis of stability mechanisms // British Journal of Engineering and Technology. – 2013. – Vol. 1, № 4. – P. 1–7.

References

1. Albegov Ye.V., Butenko D.V., Butenko L.N. The analysis of the delta stability of system // Proceedings of the Congress on intelligent systems and information technologies «IS&IT'11» (Divnomorskoe, 2-9 sept. 2011). In 4 vol. Vol. 1: dokl. sekciy mezhdunar. nauch.-tehn. Konferencij «AIS'11» i «CAD-2011» / SFU [et al.]. M., 2011. pp. 362–363.

2. Aljaev Ju.A., Tjurin S.F. Diskretnaja matematika i matematicheskaja logika. Moskva: «Finansy i statistika», 2006. 366 p.

3. Gorskiy Ju.M., Stepanov A.M., Teslinov A.G. Gomeostatika: garmonija v igre protivorechij. Irkutsk: Reprocentr A1, 2008. 634 p.

4. Nikanorov S.P. Vvedenie v apparat stupeney i ego primeneniye. M.: Koncept, 2010. 185 p.

5. Nikanorov S.P. Rasshirenie predmeta teorii grafov [Elektronnyj resurs]. URL: <http://www.supir.ru/index.php> (data obrashhenija: 15.02.13).

6. Stepanov A.M. Osnovy medicinskoj gomeostatiki. Lekcii po teorii i praktike bioinformacionnyh korrekciy. Voronezh: MODJeK, 1994. 272 p.

7. Teslinov A.G. Razvitie sistem upravleniya: metodologija i konceptual'nye struktury. M.: Globus, 1998. 229 p.

8. Albegov Ye.V., Butenko D.V., Butenko L.N. The system analysis of stability mechanisms // British Journal of Engineering and Technology. 2013. Vol. 1, no. 4. pp. 1–7.

Рецензенты:

Камаев В.А., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «САПР и ПК», ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», г. Волгоград;

Воронин Ю.Ф., д.т.н., профессор кафедры «САПР и ПК», ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», г. Волгоград;

Попов Ф.А., д.т.н., профессор, зам. директора по информационным технологиям Бийского технологического института (филиал) ГОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», г. Бийск.

Работа поступила в редакцию 03.06.2013.

УДК 677.46:081.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА НАБУХАНИЯ ЖМЫХА ЗАРОДЫШЕЙ ПШЕНИЦЫ

**Алексеева Т.В., Загорулько Е.А., Родионова Н.С., Корыстин М.И.,
Иванников А.В., Зяблов М.М.**

*ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»,
Воронеж, e-mail: zyablova@mail.ru*

Исследован процесс набухания жмыха зародышей пшеницы. Жмых зародышей пшеницы обладает высокой пищевой и биологической ценностью, его свойства изучены недостаточно. Целью работы являлось изучение способности жмыха пшеничных зародышей к набуханию с целью его введения в мясорастительные фаршковые системы. В работе использовали жмых, полученный из зародышей пшеницы путем механического прессования. Изучено влияние pH растворителя на процесс набухания продукта. Измерены интегральные теплоты набухания, предельная степень набухания, константа скорости набухания, содержание свободной и связанной воды, сорбированной высокомолекулярными веществами жмыха зародышей пшеницы на стадии гидратации. Установлена доля компонентов жмыха пшеничных зародышей, набухающих ограниченно. Полученные данные позволяют сделать заключение, что жмых зародышей пшеницы обладает свойствами, позволяющими его применять в качестве компонента в рецептурах мясорастительных полуфабрикатов, фаршей для котлет, паштетов, кнелей, суфле и иных изделий из рубленой массы.

Ключевые слова: жмых зародышей пшеницы, степень и скорость набухания, связанная и свободная вода

STUDY OF THE SWELLING PROCESS OF WHEAT GERMS CAKE

**Alekseeva T.V., Zagorulko E.A., Rodionova N.S., Korystin M.I.,
Ivannikov A.V., Zyablov M.M.**

*FSBEI HPE «Voronezh State University of Engineering Technologies»,
Voronezh, e-mail: zyablova@mail.ru*

The process of swelling of the wheat germs cake was studied. The wheat germs cake has a high nutritional and biological value, yet its properties are poorly examined. The objective of the research was to study the swelling ability of the wheat germs cake with the purpose of its introduction in minced meat and vegetable formulations. In the research the cake obtained from wheat germs by mechanical pressing was used. The influence of PH solvent on the swelling process of the product was studied. The integral heat parameters of swelling, the maximum swelling degree, the constant of the swelling rate, the content of free and bound water adsorbed by macromolecular substances of the wheat germs cake at the stage of hydration were measured. The proportion of the wheat germs cake components swelling limitedly was determined. The data obtained allow to make a conclusion that the wheat germs cake has properties that allow it to be used as a component in the formulations of meat and vegetable mixes for semi-finished products, minced meat for cutlets, pâté, dumplings, soufflé and other products from the ground meat.

Keywords: wheat germs cake, the degree and rate of swelling, bound and free water

Жмых зародышей пшеницы (ЖЗП) образуется после извлечения из них масла методом холодного прессования и поэтому практически полностью сохраняет биологически активные вещества исходных зародышей пшеницы. Он богат белками, углеводами, витаминами, макро- и микроэлементами и является важным сырьевым источником, повышающим пищевую и биологическую ценность продуктов питания.

Помимо функциональных свойств ЖЗП благодаря содержанию в нем гидрофильных высокомолекулярных соединений, в частности, белков и клетчатки, обладает и важными технологическими свойствами, такими как водосвязывающая способность и набухание, что способствует улучшению структурно-механических свойств полуфабрикатов и потребительских свойств готовых изделий. Так, использование ЖЗП в производстве мясорастительных изделий позволит улучшить процесс их формовки,

уменьшить потери при жарке, сохранить сочность, повысит их пищевую и биологическую ценность. Все вышесказанное создает предпосылки для применения ЖЗП в качестве компонента при производстве мясорастительных полуфабрикатов, фаршей для котлет, паштетов, кнелей, суфле или иных изделий из рубленой массы.

Процесс набухания зависит от природы высокомолекулярного соединения (ВМС), температуры, состава и pH поглощаемой жидкости и может протекать ограниченно и неограниченно. Характер протекания процесса оказывает влияние на качественные показатели полуфабрикатов и готовых изделий. Поэтому важно знать и правильно использовать особенности набухания ЖЗП при различных условиях протекания процесса.

Цель исследования – изучение процесса набухания ЖЗП при различных показателях pH среды, определение доли свободной и связанной воды в набухшем жмыхе.

Материалы и методы исследования

В исследованиях использован ЖЗП, полученный после отжима масла зародышей пшеницы путем механического прессования [6]. Компонентный состав его представлен в табл. 1.

Таблица 1
Содержание основных компонентов
в жмыхе зародышей пшеницы

Наименование показателя	Содержание, % масс. (в пересчете на а.с.в.)
Массовая доля сырого жира	8,0
Массовая доля золы	4,3
Массовая доля углеводов	47,0
Массовая доля сырого протеина	33,8
Массовая доля сырой клетчатки	1,9

Из табл. 1 видно, что жмых зародышей пшеницы – многокомпонентная система, в которой способностью к набуханию обладают, главным образом, белки и клетчатка. Белковая фракция представлена преимущественно альбуминами, глобулинами, проламинами и глютелинами [1]. Альбумины хорошо растворяются в воде и солевых растворах. Поэтому набухание для них является первой стадией растворения (неограниченное набухание). Остальные белки зародышей пшеницы в воде нерастворимы: проламины растворяются в 60–80%-м этиловом спирте, глютелины – в разбавленных растворах щелочей, глобулины – в водных растворах нейтральных солей [5, 7]. Поскольку количественные характеристики набухания (предельную степень и константу скорости) можно определить только при ограниченном набухании высокомолекулярных веществ, для проведения исследований была выделена фракция компонентов жмыха, нерастворимых в воде. Ее доля в общем содержании сухих веществ жмыха составила 50,2%. Для ее определения исходный жмых высушивали до постоянной массы (массу фиксировали), затем тщательно промывали большим количеством воды и снова высушивали до постоянной массы. С целью исключения влияния размера частиц продукта на характеристики набухания было выполнено измельчение ЖЗП до размера частиц 0,8–1,0 мм.

В качестве рабочих растворов были использованы дистиллированная вода (измеренное значение pH 4,50); буферные растворы с pH 1,65; 3,56; 4,01; 6,86; 8,68; 9,72.

Исследование кинетики набухания ЖЗП проводили в набухомере по методике, изложенной в [2]. В ходе эксперимента определяли объем поглощенной жидкости $V_{\text{ж}}$ при каждом контакте ЖЗП с рабочим раствором. Для получения кинетической кривой набухания процесс проводили в несколько стадий продолжительностью 1–3 мин каждая. Суммарное время контакта рассчитывали суммированием времени каждой стадии. Эксперимент завершали при достижении постоянных значений $V_{\text{ж}}$. Экспериментальные исследования проводили при температуре 20°C.

Количество гидратированной воды в ЖЗП определяли измерением теплоты набухания по методике, предложенной А.В. Думанским и Е.Ф. Некряч [3].

Присоединение первых порций воды к полярным группам ВМС (первая стадия набухания – гидратация) происходит как слабая экзотермическая реакция, тепловой эффект которой тем выше, чем сильнее выражены гидрофильные свойства вещества; дополнительные порции воды сорбируются без какого-либо ощутимого выделения энергии. Массу воды $m_{\text{г.в.}}$, связываемой единицей массы ВМС, можно определить, если известна энергия перехода единицы массы воды из свободного в связанное состояние (по данным А.В. Думанского и Е.Ф. Некряч, для большинства ВМС она составляет 334,4 Дж/г) и удельная теплота набухания ΔH :

$$m_{\text{г.в.}} = \frac{\Delta H}{334,4}. \quad (1)$$

Теплоту набухания определяли в калориметре, совмещенном с персональным компьютером и позволяющем фиксировать изменение температуры при протекании процесса с точностью $\pm 0,001^\circ\text{C}$, по методике, изложенной в [4].

Результаты исследования и их обсуждение

Количественной характеристикой набухания является степень набухания i – величина, показывающая относительное увеличение массы ВМС при набухании:

$$i = \frac{m - m_0}{m_0} = \frac{m_{\text{ж.}}}{m_0}, \quad (2)$$

где m_0 , m – масса сухого и набухшего вещества; $m_{\text{ж.}}$ – масса поглощенной жидкости.

Полученные кинетические кривые (рис. 1) указывают на ограниченный характер набухания водонерастворимой фракции ЖЗП во всех исследуемых растворах: степень набухания i достигает предельного при данных условиях проведения процесса значения i_{max} и далее не меняется. Возможно, имеет место частичное растворение определенных компонентов, то есть их неограниченное набухание в каких-либо средах, но это не отражается сколь-нибудь заметно на общем характере процесса.

Кинетика ограниченного набухания идет по механизму реакции первого порядка [7, 8]:

$$\frac{di}{d\tau} = k(i_{\text{max}} - i), \quad (3)$$

где $di/d\tau$ – скорость набухания (изменение степени набухания в единицу времени); k – константа скорости набухания; i , i_{max} – текущая (за время τ) и предельная степени набухания.

Решение уравнения (3) для константы скорости набухания имеет вид:

$$k = \frac{1}{\tau} \ln \frac{i_{\text{max}}}{i_{\text{max}} - i}. \quad (4)$$

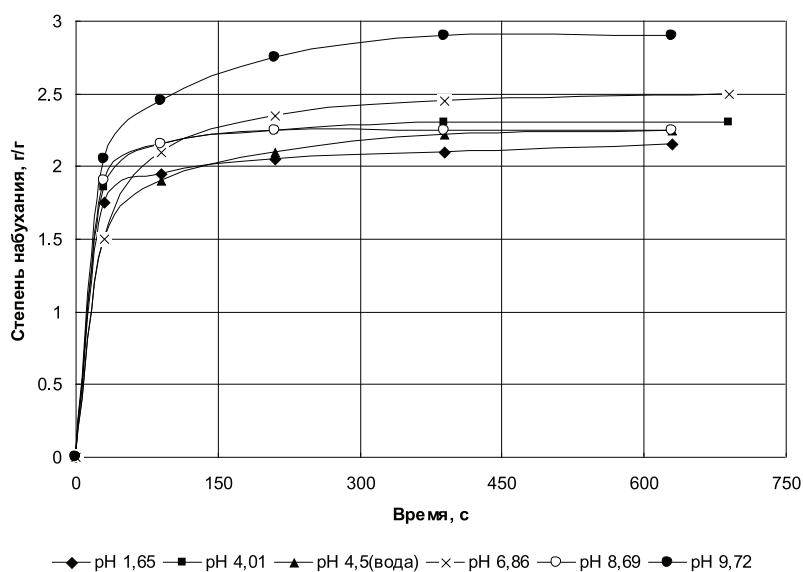


Рис. 1. Кинетические кривые набухания жмыха зародышей пшеницы в буферных растворах с различным показателем pH при 20°C

В работе определены предельная степень и константа скорости набухания ЖЗП в растворах с различным показателем pH (рис. 2).

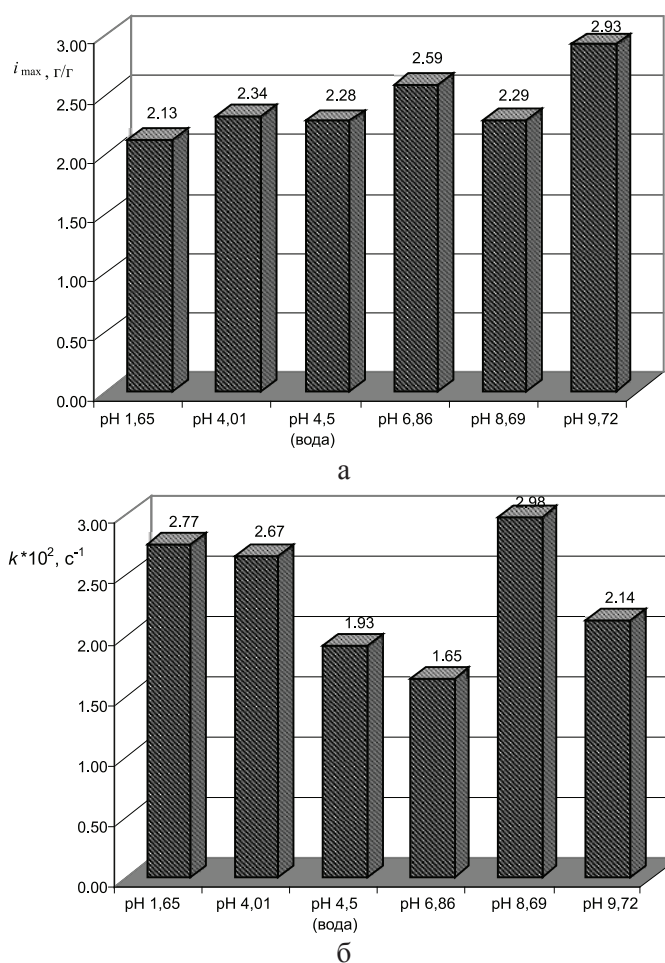


Рис. 2. Предельная степень (а) и константа скорости (б) набухания ЖЗП в растворах с различным показателем pH при 20°C

Кислотность среды влияет главным образом на набухание полиамфолитов, каковыми являются белки, составляющие большую часть набухающих компонентов ЖЗП. В зависимости от pH среды белковые макромолекулы принимают различные конформации. Минимальная степень набухания белка соответствует его изоэлектрической точке (ИЭТ), при которой устанавливается равенство положительных и отрицательных зарядов в макромолекуле, и она сворачивается в клубок или глобулу, что затрудняет проникновение молекул растворителя внутрь матрицы ВМС. Согласно данным, белки зародышей пшеницы имеют индивидуальную ИЭТ: альбумин – 8,0; глобулин – 5,5; проламин – 3,3; глютелин – 4,8 [1]. Ивановой М.Ф. дана сравнительная оценка водопоглотительной способности (ВПС) перечисленных белков: максимальна она у глютелина – его ВПС более чем в 5 раз превышает ВПС глобулина [1].

Исследования показали, что максимальное значение предельной степени набухания ($i_{\max} = 2,98$) наблюдается при pH 9,72, наиболее удаленном от ИЭТ всех белков ЖЗП. Относительно невысокие значения $i_{\max}$ при pH 4,01 и 4,5 можно объяснить близостью ИЭТ глютелина к этим значениям,

а именно глютелин, по данным [1], обладает наибольшей водопоглотительной способностью. В сильно кислой среде степень ионизации аминогруппы снижается, различие в количествах положительных и отрицательных зарядов сокращается, макромолекула сворачивается в клубок, степень набухания уменьшается, что и подтверждено экспериментально (pH 1,65). Сравнение значений константы скорости набухания показало, что максимальная скорость набухания наблюдается при pH 8,69, чуть ниже она при pH 1,65 и 4,01.

В работе измерены интегральные удельные теплоты набухания ΔH набухающей фракции ЖЗП и рассчитана масса воды $m_{г.в.}$, сорбированной высокомолекулярными веществами жмыха на стадии гидратации, установлена ее доля $x_{г.в.}$ в общей массе поглощенной жидкости (табл. 2). Гидратная вода прочно удерживается веществом и обладает особыми свойствами: низкой температурой замерзания, высокой энтальпией парообразования, высокой вязкостью, низкой растворимостью в ней веществ. Ее повышенное содержание обеспечивает лучшую хранимоспособность продукта и его потребительские свойства.

Таблица 2

Теплота набухания и масса гидратной воды в набувшем ЖЗП

pH среды	1,65	4,01	4,5 (вода)	6,86	8,69	9,73
$-\Delta H$, Дж/г	72,5	54,0	56,9	50,4	43,1	63,0
$m_{г.в.}$, г H ₂ O/г ВМС	0,19	0,16	0,17	0,15	0,13	0,19
$x_{г.в.}$, %	8,9	6,9	7,5	5,8	5,6	6,4

Зависимость $m_{г.в.}$ от pH среды практически повторяет аналогичную зависимость для $i_{\max}$. Исключение составляет pH 1,65: при минимальном значении $i_{\max}$ масса гидратной воды максимальна. Возможно, это связано с протеканием каких-либо дополнительных процессов помимо образования связей между молекулами воды и полярными группами ВМС, которые сопровождаются своими тепловыми эффектами, влияющими на общее значение ΔH .

Выводы

1. В сухом веществе жмыха зародышей пшеницы содержится 50,2 % веществ, ограниченно набухающих в водных растворах.
2. В исследованном диапазоне pH степень набухания ЖЗП максимальна при pH 9,72, минимальна при pH 1,65.
3. Скорость набухания ЖЗП достаточно велика. Время установления равновесия составляет приблизительно 7–10 мин.

4. При pH 9,72 масса гидратной воды, содержащейся в единице массы ВМС, также как и предельная степень набухания максимальна; в общей массе поглощенной жидкости наибольшее содержание гидратной воды установлено при pH 4,5 (дистиллированной воде). При pH 1,65 отмечено несоответствие между $i_{\max}$ и $m_{г.в.}$.

5. Полученные данные позволяют сделать заключение, что ЖЗП обладает свойствами, позволяющими его применять в качестве компонента в рецептурах мясорастительных полуфабрикатов, фаршей и других изделий из рубленой массы.

Список литературы

1. Иванова М.Ф. Товароведная оценка белков муки зародышей пшеницы и использование лейкозина в производстве мучных кондитерских изделий и соусов для общественного питания: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 2011 – 20 с.

2. Корниенко Т.С. Лабораторный практикум по коллоидной химии / Т.С. Корниенко, С.И. Гаршина, Т.В. Мастоюкова. – Воронеж: ВГТА, 2001. – 176 с.

3. Некряч Е.Ф. Теплоты смачивания и гидрофильность некоторых высокомолекулярных соединений: автореф. дис. ... канд. хим. наук. – Киев, 1954 – 18 с.

4. Лабораторный практикум по физической химии / Н.М. Подгорнова, Т.С. Корниенко, С.И. Гаршина и др. – Воронеж: ВГТА, 2005. – 188 с.

5. Химия пищи. Белки: структура, функции, роль в питании / И.А. Рогов, Л.В. Антипова, Н.И. Дунченко, Н.А. Жеребцов. – М.: Колос, 2000. – 384 с.

6. ТУ 9295-014-18062042-06. Мука зародышей пшеницы пищевого назначения «ВИТАЗАР», 10.07.2006.

7. Тугов И.И. Химия и физика полимеров / И.И. Тугов, Г.И. Кострыкина. – М.: Химия, 1989. – 432 с.

8. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии. – СПб.: Химия, 1995. – 394 с.

References

1. Ivanova M.F. Tovarovednaya otsenka belkov muki zarodyshey pshenitsyi ispolzovaniye leykozina v proizvodstve muchnykh konditerskiykh izdeliy i sousov dlya obshchestvennogo pitaniya [Commodity assessment of protein of wheat germs flour and the use of leucosin in the production of flour confectionery and pasta sauces for public catering]. The abstract of the thesis for the Candidate of Technical Sciences. Moscow, 2011. 20 p.

2. Kornienko T.S. Laboratornyi praktikum po kolloidnoy himii [Laboratory of colloid chemistry]. Voronezh: VSTA, 2001. 176 p.

3. Nekryatch E.F. Teploty smachivaniya i gidrofil'nost' nekotorykh vysokomolekul'arnykh soyedineniy [Heat wetting

and hydrophilicity of some high-molecular compounds]. The abstract of the thesis for the Candidate of Chemical Sciences. Kiev, 1954. 18 p.

4. Podgomova N.M. Laboratornyi praktikum po fizicheskoy himii [Laboratory of physical chemistry]. Voronezh: VSTA, 2005. 188 p.

5. Rogov I.A., Antipova L.V., Dunchenko N.I., Zherebtsov N.A. Himiyapishchi. Belki: struktura, funktsii, rol' v pitanii [Chemistry of food. Proteins: structure, functions, role in the nutrition]. M.: Kolos, 2000. 384 p.

6. ТУ 9295-014-18062042-06. Мука зародышей пшеницы пищевого назначения «ВИТАЗАР» [Flour of wheat germs for food «VITAZAR»], 10.07.2006.

7. Tugov I.I., Kostrykina G.I. Himiya i fizika polimerov [Chemistry and physics of polymers]. M.: Chemistry, 1989. 432 p.

8. Fridrihsberg D.A. Kurs kolloidnoy himii [Course of colloid chemistry]. St. Petersburg: Chemistry, 1995. 394 p.

Рецензенты:

Сунцов Ю.К., д.х.н., профессор кафедры физической и аналитической химии, ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», г. Воронеж;

Глотова И.А. д.т.н., доцент, зав. кафедрой технологии переработки животноводческой продукции, ФГБОУ ВПО «Воронежский аграрный университет имени императора Петра I», г. Воронеж.

Работа поступила в редакцию 03.06.2013.

УДК 62-977

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ НА ХАРАКТЕР РАЗРУШЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

Артемяева Е.А., Денисов Ю.В.

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет им. первого Президента России
Б.Н. Ельцина» Екатеринбург, e-mail: artemievammi@gmail.com

Рассматривается решение осесимметричной задачи термоупругости и анализируется возможность жесткого и мягкого разрушения, когда на внутренней и внешней поверхностях области происходит теплообмен со средой по закону Ньютона. Рассматриваемые задачи имеют важное практическое значение, так как позволяют оценить термодолговечность многих деталей металлургического оборудования, работающих при повышенных температурах. Для длинного полого цилиндра при осесимметричном температурном поле определены поля температур и напряжений, вычислен коэффициент, характеризующий согласно объединенной прочности Давиденкова–Фридмана и характер разрушения – хрупкое или вязкое разрушение. Выполнен системный анализ влияния коэффициентов теплоотдачи, геометрических размеров, способов закрепления торцов цилиндра на величину температурных напряжений и характер разрушения.

Ключевые слова: термоупругость, термодолговечность, теплоотдача, сопротивление отрыву и срезу

THE ANALYSIS OF INFLUENCE OF TEMPERATURE FIELDS ON NATURE OF DESTRUCTION OF DETAILS

Artemeva E.A., Denisov Y.V.

Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin,
Ekateinburg, e-mail: artemievammi@gmail.com

The solution of an axisymmetric problem of thermoelasticity is considered and possibility of rigid and soft destruction when on internal and external surfaces of area there is a heat exchange with environment under Newton's law is analyzed. Considered tasks have important practical value as allow to estimate thermodurability of many details of the metallurgical equipment working at increased temperatures. For the long hollow cylinder at an axisymmetric temperature field fields of temperatures and tension are defined, the coefficient characterizing, according to Davidenkov-Friedman's integrated durability and nature of destruction – fragile or viscous destruction is calculated. The system analysis of influence of coefficients of a thermolysis, the geometrical sizes, ways of fixing of end faces of the cylinder at a size of temperature tension and nature of destruction is made.

Keywords: thermoelasticity, thermodurability, thermolysis, resistance to a separation and cut

В работе приводится продолжение исследований, выполненных в [1]. Рассматривается решение осесимметричной задачи термоупругости, когда на внутренней и внешней поверхностях области происходит теплообмен со средой по закону Ньютона, а также анализируется влияние температурного поля на характер разрушения – жесткое разрушение путем отрыва или мягкое разрушение путем среза.

При оценке термодолговечности деталей машин в условиях стационарного и циклического нагружений сравнительно мало проанализировано влияние коэффициентов теплопередачи и скорости нагрева на величину напряжений и деформаций, а также характер разрушения деталей. Для решения данной проблемы используется классическое изложение вопросов теплопередачи [2, 3], определения температурных напряжений при различных типах граничных условий для температуры [4, 5], а также разрушения материала и деталей при температурных воздействиях [6]. Представляет также интерес решение новых конкретных задач при

граничных условиях третьего рода для температуры, позволяющих оценить влияние скорости нагрева на характер разрушения деталей, системный анализ влияния параметров нагружения на напряженное состояние деталей, что и рассматривается в данной статье.

Данные исследования имеют важное прикладное значение для определения термодолговечности таких деталей, как валки прокатных станов, ролики машин непрерывного литья, другие детали металлургического оборудования, работающие при повышенных температурах.

Анализ на примере длинного цилиндра

Анализ стационарного нагружения выполнен на примере длинного цилиндра при осесимметричном температурном поле. При этом R_1 , R_2 – внутренний и внешний радиусы цилиндра; p_1 , p_2 – давление на внутренней и внешней поверхностях; $T(r)$ – стационарное температурное поле. Следуя [7], получим распределение напряжений в цилиндре:

$$\sigma_{rr} = \frac{\alpha \cdot E}{1-\nu} \cdot \frac{1}{r^2} \cdot \left(\frac{r^2 - R_1^2}{R_2^2 - R_1^2} \cdot \int_{R_1}^{R_2} T r dr - \int_{R_1}^r T r dr \right) + \frac{R_1^2 \cdot R_2^2}{R_2^2 - R_1^2} \cdot \frac{p_2 - p_1}{r^2}; \quad (1)$$

$$\sigma_{\varphi\varphi} = \frac{\alpha \cdot E}{1-\nu} \cdot \frac{1}{r^2} \cdot \left(\frac{r^2 + R_1^2}{R_2^2 - R_1^2} \cdot \int_{R_1}^{R_2} T r dr + \int_{R_1}^r T r dr - T r^2 \right) - \frac{R_1^2 \cdot R_2^2}{R_2^2 - R_1^2} \cdot \frac{p_2 - p_1}{r^2} + \frac{R_1^2 \cdot p_1 - R_2^2 \cdot p_2}{R_2^2 - R_1^2}; \quad (2)$$

$$\sigma_{zz} = \frac{\alpha \cdot E}{1-\nu} \cdot \left(\frac{2 \cdot \nu}{R_2^2 - R_1^2} \cdot \int_{R_1}^{R_2} T r dr - T \right) - 2\nu \frac{R_2^2 \cdot p_2 - R_1^2 \cdot p_1}{R_2^2 - R_1^2}, \quad (\epsilon_{zz} = 0); \quad (3)$$

$$\sigma_{zz} = \frac{\alpha \cdot E}{1-\nu} \cdot \left(\frac{2 \cdot \nu}{R_2^2 - R_1^2} \cdot \int_{R_1}^{R_2} T r dr - T \right), \quad (F_{zz} = 0), \quad (4)$$

где α – коэффициент линейного расширения; E – модуль упругости; ν – коэффициент Пуассона. Формула (3) соответствует плоскому деформированному состоянию, а (4) – случаю равенства нулю осевого усилия, причем при $p_1 = p_2 = 0$ и $\sigma_{zz} = \sigma_{rr} + \sigma_{\varphi\varphi}$.

Стационарное температурное поле внутри цилиндра при граничных условиях третьего рода, когда на внутренней и внешней поверхностях происходит теплообмен со средой по закону Ньютона, определяется выражением:

$$T = \frac{T_1 \cdot \left(\frac{1}{h_2 \cdot R_2} + \ln \frac{R_2}{r} \right) + T_2 \cdot \left(\frac{1}{h_1 \cdot R_1} + \ln \frac{r}{R_1} \right)}{\frac{1}{h_1 \cdot R_1} + \frac{1}{h_2 \cdot R_2} + \ln \frac{R_2}{R_1}}, \quad (5)$$

где $h_1 = \frac{\alpha_1}{\lambda}$; $h_2 = \frac{\alpha_2}{\lambda}$; T_2 – температура среды на внутренней и внешней поверхностях; α_1, α_2 – коэффициенты теплоотдачи на внешней и внутренней поверхностях, Вт/(м²·град.); λ – коэффициент теплопроводности материала, Вт/(м²·град.).

Результаты расчетов для цилиндра при изменении коэффициента теплоотдачи на внешней поверхности и внутреннего радиуса цилиндра приведены в табл. 1. При этом значения остальных величин, входящих в формулы, приняты равными: $E = 0,196 \cdot 10^6$ МПа; $\nu = 0,35$; $\alpha = 11,4 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹; $R_2 = 0,175$ м; $T_2 = 250^\circ\text{C}$; $h_1 = 40$ м⁻¹; $T_1 = 90^\circ\text{C}$.

В табл. 2.1 и 2.2 приведено распределение температуры, напряжений и коэффициента m , характеризующего характер напряженного состояния, по радиусу. Коэффициент m , согласно объединенной теории прочности Давиденкова-Фридмана, характеризует напряженное состояние и пред-

ставляет собой отношение наибольшего касательного напряжения к наибольшему приведенному растягивающему напряжению в данной точке:

$$m = \frac{\tau_{\max}}{\sigma_{\max}^{\pi}}; \quad \tau_{\max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2};$$

$$\sigma_{\max}^{\pi} = \sigma_1 - \nu \cdot (\sigma_2 + \sigma_3),$$

причем σ_1 – наибольшее; σ_3 – наименьшее главные напряжения.

Вместе с сопротивлениями отрыву и срезу коэффициент m характеризует возможность хрупкого или вязкого разрушения. При «жестких» способах нагружения $m < 1$ более вероятным является хрупкое разрушение путем отрыва, когда может быть использована теория наибольших удлинений. При «мягких» – разрушение путем среза после довольно значительной пластической деформации, когда можно применять теорию наибольших касательных напряжений.

Таблица 1

Значения температуры и напряжений (МПа) на внешней и внутренней поверхностях цилиндра, $R_2 = 0,175$ м; $h_1 = 40$ м⁻¹; $T_1 = 90^\circ\text{C}$; $T_2 = 250^\circ\text{C}$

		Внутренний радиус R_1 , м					
		0,125		0,0875		0,0475	
		$r = R_1$	$r = R_2$	$r = R_1$	$r = R_2$	$r = R_1$	$r = R_2$
	$\sigma_{\varphi\varphi}$	61	-49	110	-70	174	-72
$h_2 = 5$ м ⁻¹	σ_{zz}	-222	-332	-211	-390	-206	-452
	$T, ^\circ\text{C}$	109	141	111	164	119	191
	$\sigma_{\varphi\varphi}$	158	-126	213	-135	260	-108
$h_2 = 50$ м ⁻¹	σ_{zz}	-256	-540	-220	-569	-209	-577
	$T, ^\circ\text{C}$	140	222	132	233	134	241
	$\sigma_{\varphi\varphi}$	173	-139	225	-143	267	-111
$h_2 = 100$ м ⁻¹	σ_{zz}	-261	-573	-221	-589	-209	-587
	$T, ^\circ\text{C}$	144	235	134	241	135	245
	$\sigma_{\varphi\varphi}$	188	-150	236	-149	273	-114
$h_2 = 500$ м ⁻¹	σ_{zz}	-266	-604	-222	-607	-209	-596
	$T, ^\circ\text{C}$	148	247	136	248	136	249

Таблица 2.1

Распределение температуры, напряжений и коэффициента m по радиусу цилиндра, $R_1 = 0,125$ м; $R_2 = 0,175$ м; $T_1 = 90^\circ\text{C}$; $T_2 = 250^\circ\text{C}$; $h_1 = 40$ м⁻¹; $h_2 = 50$ м⁻¹

	Текущий радиус r , м					
	0,125	0,135	0,145	0,155	0,165	0,175
$T, ^\circ\text{C}$	139	158	176	192	207	222
σ_{rr} , МПа	0	9	12	11	6	0
$\sigma_{\varphi\varphi}$, МПа	158	84	21	-34	-83	-126
σ_{zz} , МПа ($\epsilon_{zz} = 0$)	-256	-321	-381	-437	-490	-540
m	0,84	1,05	1,34	1,27	1,2	1,16
σ_{zz} , МПа ($F_z = 0$)	158	93	33	-24	-77	-126
m	0,77	0,69	0,49	0,72	0,72	0,71

Таблица 2.2

Распределение температуры, напряжений и коэффициента m по радиусу цилиндра, $R_1 = 0,0875$ м; $R_2 = 0,175$ м; $T_1 = 90^\circ\text{C}$; $T_2 = 250^\circ\text{C}$; $h_1 = 40$ м⁻¹; $h_2 = 50$ м⁻¹

	Текущий радиус r , м					
	0,088	0,105	0,122	0,14	0,157	0,175
$T, ^\circ\text{C}$	132	158	181	201	218	233
σ_{rr} , МПа	0	25	29	23	13	0
$\sigma_{\varphi\varphi}$, МПа	213	97	15	-46	-95	-135
σ_{zz} , МПа ($\epsilon_{zz} = 0$)	-220	-312	-389	-456	-516	-569
m	0,75	1,04	1,23	1,2	1,16	1,15
σ_{zz} , МПа ($F_z = 0$)	213	122	44	-23	-82	-135
m	0,77	0,61	0,51	0,72	0,72	0,71

Результаты расчетов показывают, что цилиндр с равным нулю осевым усилием характеризуется более жестким напряженным состоянием, когда наиболее вероятным является разрушение путем отрыва. Следует отметить, что при расчетах на термопрочность температурное поле оказывает влияние на величину напряжений в соответствующей точке, сопротивление отрыву и срезу и характер разрушения, который определяется коэффициентом напряженного состояния m .

При анализе температурных напряжений представляет интерес влияние коэффициентов теплоотдачи h_1 и h_2 , размера внутреннего отверстия R_1 на величину напряжений.

Из данных табл. 1 следует, что при фиксированном значении $R_1 = 0,125$ м увеличение коэффициента теплоотдачи h_2 с 5,0 до 500 м⁻¹ увеличивает перепад температур на внешней и внутренней поверхностях и, соответственно, тангенциальные напряжения с 61 до 188 МПа на внутренней поверхности и с -49 до -150 МПа на наружной поверхности, подтверждая тот факт, что более теплоизолированный цилиндр обладает большей термопрочностью. Уменьшение размера внутреннего отверстия во всех случаях приводит к увеличению тангенциальных напряжений на внутренней поверхности. При $h_1 = 5$ м⁻¹ сжимающие тангенциальные напряжения на внешней поверхности увеличиваются по абсолютной величине, в других случаях происходит уменьшение по абсолютной величине при уменьшении размера внутреннего отверстия. Если температуры на внешней и внутренней поверхности $T_2' < T_1'$, то тангенциальные напряжения будут сжимающими на внутренней поверхности и растягивающими на внешней. Можно отметить, что с точки зрения величины напряжений на внутренней и внешней поверхностях при различных температурах, наиболее прочным является цилиндр с большим размером внутреннего отверстия.

Результаты расчетов, приведенные в табл. 2.1 и 2.2, позволяют отметить следующее. При $R_1 = 0,125$ м и $R_1 = 0,0875$ м тангенциальные напряжения $\sigma_{\theta\theta}$ достаточно быстро уменьшаются по мере удаления от внутренней и наружной поверхностей цилиндра. Так же ведут себя осевые напряжения σ_{zz} при равном нулю осевом усилии $F_z = 0$.

Для плоского деформированного состояния $\varepsilon_{zz} = 0$ осевые напряжения достигают наибольшего значения по абсолютной величине на наружной поверхности. В этом случае коэффициент m , определяющий характер напряженного состояния, имеет наименьшее значение на внутренней поверхности, где наиболее вероятно хрупкое разрушение путем отрыва. При данном зна-

чении температурного поля в центральной части полого цилиндра наблюдается переход к более мягкому виду напряженного состояния и разрушению путем среза, а на наружной поверхности возможен тот и другой вид разрушения. При равном нулю осевом усилии $F_z = 0$ во всех точках цилиндра $m < 1$, что определяет наиболее вероятное хрупкое разрушение путем отрыва. Следует отметить, что наименьшее значение коэффициента m имеет место во внутренних точках области, когда напряженное состояние приближается к всестороннему равномерному растяжению.

Список литературы

1. Артемьева Е.А., Денисов Ю.В. Анализ температурных воздействий и свойств материала. – Студенческий научный форум 2012, <http://rae.ru/forum2012/206/2202> (Дата обращения: 11.08.2012).
2. Карслоу Г., Егер Д. Теплопроводность твердых тел. – М.: Наука, 1964. – 486 с.
3. Лыков А.В. Теория теплопроводности. – М.: Высшая школа, 1967. – 600 с.
4. Боли Б., Уэйнер Дж. Теория температурных напряжений. – М.: Мир, 1964. – 518 с.
5. Паркус Г. Неустановившиеся температурные напряжения. – М.: Физматгиз, 1963. – 252 с.
6. Прочность материалов и конструкций / под ред. Г.С. Писаренко. – Киев: Наукова думка, 1975. – 384 с.
7. Тимошенко С.П., Гудьер Дж. Теория упругости. – М.: Наука, 1979. – 560 с.

References

1. Artem'eva E.A., Denisov Ju.V. Analiz temperaturnykh vozdeystvij i svoystv materiala. – Studencheskij nauchnyj forum 2012, <http://rae.ru/forum2012/206/2202> (accessed 11 August 2012).
2. Karzlou G., Eger D. Teploprovodnost' tverdyh tel. M., Nauka, 1964, 486 p.
3. Lykov A.V. Teorija teploprovodnosti. M., Vysshaja shkola, 1967, 600 p.
4. Boli B., Uejner Dzh. Teorija temperaturnykh naprjazhenij. M., Mir, 1964, 518 p.
5. Parkus G. Neustanovivshiesja temperaturnye naprjazhenija. M., Fizmatgiz, 1963, 252 p.
6. Prochnost' materialov i konstrukcij pod red. G.S. Pisarenko. Kiev, Naukova dumka, 1975, 384 p.
7. Timoshenko S.P., Gud'er Dzh. Teorija uprugosti. M., Nauka, 1979, 560 p.

Рецензенты:

Паршин В.С., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Металлургические и роторные машины» Механико-машиностроительного института Уральского федерального университета им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург;

Чечулин Ю.Б., д.т.н., профессор кафедры «Детали машин» Механико-машиностроительного института Уральского федерального университета им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург;

Пындак В.И., д.т.н., профессор Волгоградской сельскохозяйственной академии, г. Волгоград.

Работа поступила в редакцию 03.06.2013.

УДК 691.316

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА ГИДРОТЕРМАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА СИЛИКАТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Володченко А.А.

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

К наиболее распространенным в стране стеновым материалам относятся силикатный кирпич и камни, на производство которых затрачивается большое количество энергоресурсов. Снизить энергоемкость можно за счет перехода от традиционного сырья к использованию горных пород, содержащих термодинамически неустойчивые соединения. К таким породам относятся широко распространенные глинистые породы незавершенной стадии глинообразования. Данные породы содержат смешаннослойные минералы, тонкодисперсный кварц, гидрослюда, Ca^{2+} монтмориллонит, каолинит, а также рентгеноаморфные минералы. Установлена возможность существенного снижения давления гидротермальной обработки при получении силикатных материалов с использованием указанного сырья. За счет повышенной реакционной способности порообразующих минералов песчано-глинистого сырья в условиях гидротермальной обработки процесс формирования прочной микроструктуры цементирующего соединения протекает не только при повышенном, но и при атмосферном давлении, что позволит получать эффективные высокопустотные стеновые строительные материалы по энергосберегающей технологии.

Ключевые слова: песчано-глинистые породы, глинистые минералы, известь, гидротермальная обработка, силикатные материалы

EFFECT OF CONDITIONS OF HYDROTHERMAL TREATMENT ON THE PROPERTIES OF SILICATE MATERIALS

Volodchenko A.A.

Belgorod State Technological University named after V.G. Shoukhov,
Belgorod, e-mail: volodchenko@intbel.ru

Silicate bricks and stones refer to the most common walling materials in the country, a lot of energy resources is spent for its production. You can reduce energy consumption by switching from traditional raw materials to the use of rocks containing thermodynamically unstable compounds. Widespread argillaceous rocks with unfinished stage of clay formation refer to these rocks. These rocks contain mixed-minerals, fumed silica, hydromica, Ca^{2+} montmorillonite, kaolinite, and X-ray amorphous minerals. The possibility of a significant reduction in the pressure of hydrothermal treatment at obtaining silicate materials using the above raw materials is determined. Process of forming a solid microstructure of cementitious compound due to the high reactivity of the rock-forming minerals, sand and clay material in the hydrothermal treatment takes place not only at an increased, but at atmospheric pressure, this will allow to obtain effective high-rate cavitated wall building materials due to energy-saving technology.

Keywords: sand-clay rocks, clay minerals, lime, hydrothermal treatment, silicate materials

Промышленность строительных материалов является одним из основных потребителей энергоресурсов. Для производства энергии затрачивается большое количество углеводородного сырья, при сжигании которого в атмосферу выделяется углекислый газ и другие вредные вещества, оказывающие отрицательное влияние на биосферу. С целью уменьшения этого неблагоприятного воздействия, а также экономии топливных ресурсов необходимо стремиться к снижению энергозатрат за счет применения эффективных энергосберегающих технологий.

К наиболее распространенным в стране стеновым материалам относятся силикатный кирпич и камни, для изготовления которых по традиционной технологии используется известь и кварцевый песок. Технологические процессы при получении этих изделий являются довольно энергоемкими. Снижение энергоемкости возможно за счет перехода от традиционного сырья к использованию горных пород, содержащих термо-

динамически неустойчивые соединения. К таким породам относятся глинистые породы незавершенной стадии глинообразования, которые содержат каолинит, смешаннослойные минералы, тонкодисперсный кварц, гидрослюда, Ca^{2+} монтмориллонит, а также рентгеноаморфные минералы. Эти породы широко распространены, а также большое их количество попутно извлекается при добыче полезных ископаемых. Это сырье, а также продукты их термической обработки можно использовать для получения автоклавных силикатных материалов [1–14].

Породообразующие минералы глинистых пород обладают высокой активностью, за счет чего, вероятно, возможен синтез цементирующего соединения при низких значениях давления гидротермальной обработки и соответственно получение силикатных материалов с низкими энергозатратами.

Цель работы – изучение влияния давления гидротермальной обработки на свой-

ства стеновых материалов, полученных на основе песчано-глинистых пород.

Материалы и методы исследования

На территории Курской магнитной аномалии наиболее распространенными являются эолово-элювиально-делювиальные глинистые породы четвертичного возраста. В качестве объекта изучения была

выбрана порода, которая относится к указанному генетическому типу.

По гранулометрическому составу (табл. 1) и числу пластичности ($I_p = 6$) породу можно охарактеризовать как супесь пылеватую. По размеру в породе преобладают алевритовые и пелитовые частицы. Пелитовая фракция представлена каолинитом, монтмориллонитом, гидрослюдай, смешаннослойными минералами и рентгеноаморфными минералами (рис. 2).

Гранулометрический состав породы

Содержание фракций, мас. %, размер сит, мм								
Более 0,315	0,315–0,20	0,20–0,125	0,125–0,10	0,10–0,05	0,05–0,04	0,04–0,01	0,01–0,005	Менее 0,005
1,3	2,95	5,10	6,35	12,90	5,82	42,95	5,70	16,93

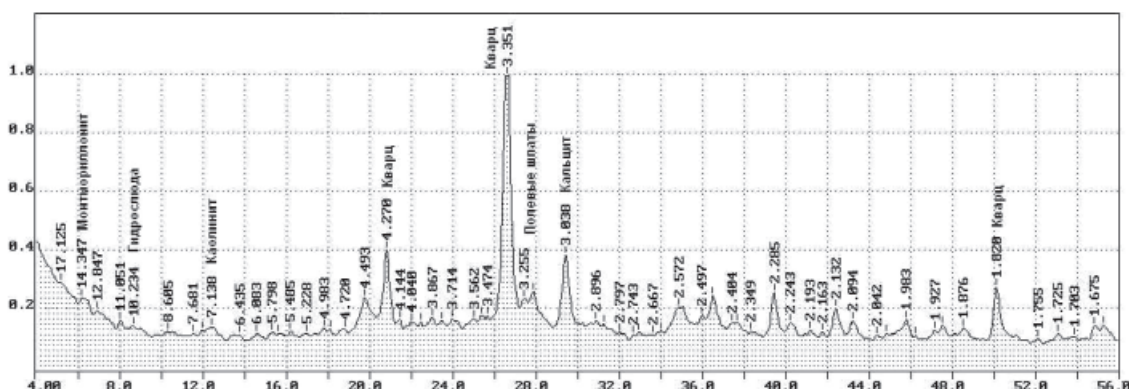


Рис. 1. Рентгенограмма пелитовой фракции породы

В качестве известкового компонента использовали негашеную комовую известь. Активность извести составляла 78%, температура гашения – 97,5°C, время гашения – 4 мин 30 с.

При изготовлении образцов использовали известково-песчано-глинистое вяжущее (ИПГВ), получаемое совместным помолом извести и породы до удельной поверхности 500 м²/кг при соотношении известь:супесь, равном 1:2. Исходную породу и ИПГВ перемешивали в заданном соотношении и добавляли необходимое количество воды. После гашения извести из смеси с влажностью 10% формовали образцы при давлении 20 МПа. Гидротермальную обработку осуществляли в лабораторном автоклаве по следующему режиму: 1,5 + 9 + 1,5 ч. Давление гидротермальной обработки изменялось от 0 до 0,8 МПа.

Результаты исследования и их обсуждение

При проведении эксперимента использовали метод математического планирования. Выходные параметры – предел прочности при сжатии ($R_{сж}$), средняя плотность ($\rho_{ср}$) и коэффициент размягчения ($K_{раз}$). Путем статистической обработки экспериментальных данных рассчитали коэффициенты уравнения регрессии, описывающие влияние содержания извести и давления гидротермальной обработки на физико-механические свойства силикатных образцов.

$$R_{сж} = 29,02 - 0,3x_1 - 5,78x_2 - 0,94x_1^2 + 3,98x_2^2 + 1,125x_1x_2;$$

$$\rho_E = 1926,08 - 38,17x_1 - 38,17x_2 - 6,24x_1^2 - 36,74x_2^2 - 17,75x_1x_2;$$

$$K_{раз} = 0,93 + 3,77 \cdot 10^{-2} x_1 - 3,1 \cdot 10^{-2} x_2 - 3,49 \cdot 10^{-2} x_1^2 - 0,13x_2^2 - 1,4 \cdot 10^{-2} x_1x_2.$$

Зависимость предела прочности при сжатии, средней плотности и коэффициента размягчения от содержания извести и давления гидротермальной обработки представлена на номограммах (рис. 2).

Уменьшение давления гидротермальной обработки приводит к снижению предела прочности при сжатии силикатных матери-

алов (рис. 2, а). Средняя плотность с увеличением содержания извести уменьшается, причем тем больше, чем выше давление гидротермальной обработки (рис. 2, б). Максимальную среднюю плотность имеют образцы, автоклавированные при давлении 0,4 МПа. Эти образцы имеют и самую высокую величину коэффициента размягчения (рис. 2, в).

Увеличение содержания извести лишь незначительно повышает коэффициент размягчения. Образцы всех исследуемых составов

и режимов гидротермальной обработки, исходя из значений коэффициента размягчения (0,75–0,95), являются водостойкими.

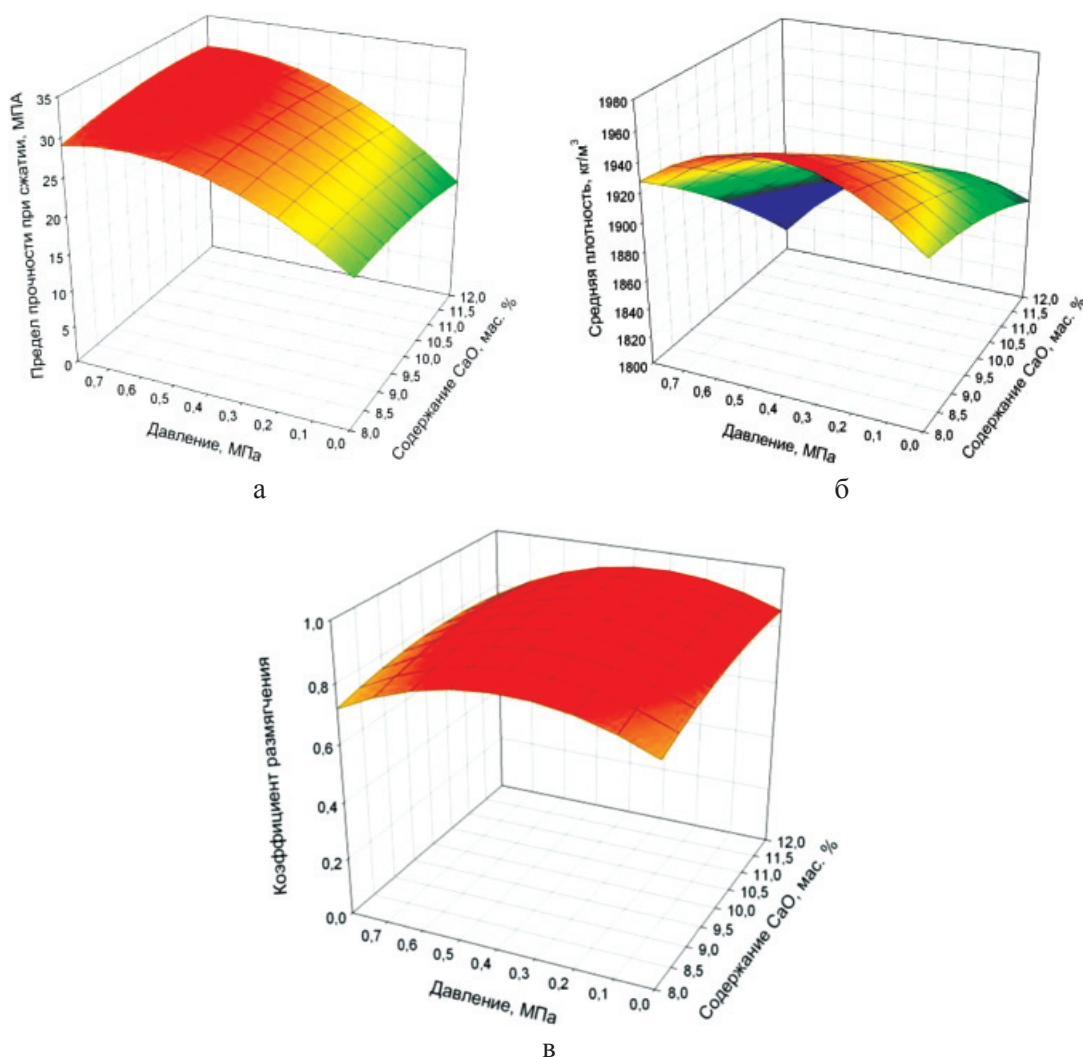


Рис. 2. Предел прочности при сжатии (а), средняя плотность (б) и коэффициент размягчения (в) силикатных изделий в зависимости от содержания СаО и давления гидротермальной обработки

При взаимодействии извести с породообразующими минералами образуются низкоосновные гидросиликаты кальция и гидрогранаты. В условиях обработки паром повышенного давления в составе цементирующего соединения образуются хорошо окристаллизованные новообразования (рис. 3, а). При атмосферном давлении формируются преимущественно слабоокристаллизованные гидросиликаты кальция (рис. 3, б). Оптимальное соотношение между этими фазами, вероятно, достигается в условиях гидротермальной обработки при 0,4 МПа, что обеспечивает максимально высокие физико-механические показатели силикатных материалов.

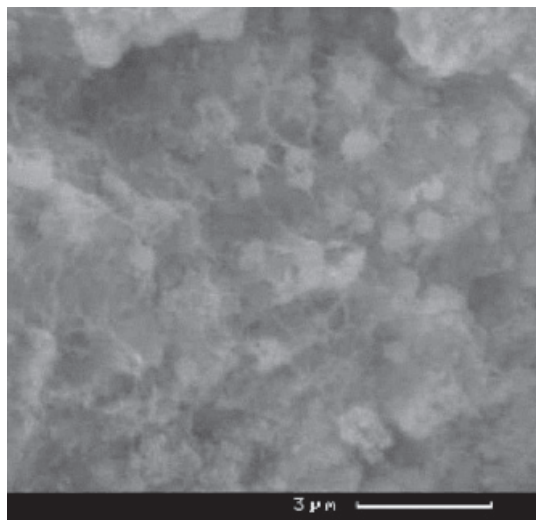
Однако гидротермальная обработка и при атмосферном давлении обеспечивает достаточно высокую прочность, которая для

образцов, содержащих 10 мас.% СаО, составляет 17 МПа (см. рис. 2, а). Кроме этого, прочность таких изделий при нахождении в естественных условиях и в воде повышается. Например, после выдержки в течение года в воде прочность повысилась в 2 раза. Слабоокристаллизованные гидросиликаты кальция весьма нестабильны и способны подвергаться перекристаллизации, что изменяет структуру цементирующего соединения. Вероятно, за счет этих процессов обеспечиваются гидравлические свойства полученных силикатных материалов.

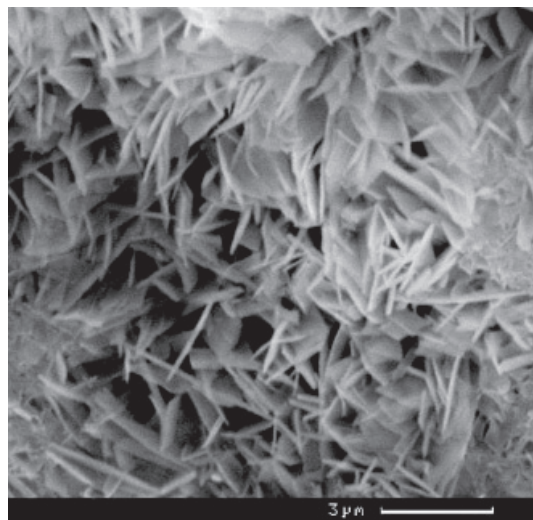
Морозостойкость в зависимости от давления гидротермальной обработки составляет 25–50 циклов, что соответствует требованиям, предъявляемым для лицевых силикатных кирпичей. Изделия, которые

были получены в условиях гидротермальной обработки при атмосферном давлении, выдержали испытания на морозостойкость 15 циклов, что соответствует требованиям для рядового силикатного кирпича. За счет

высокой дисперсности сырья прочность сырца повышается в 3–5 раз в сравнении с сырцом традиционного силикатного кирпича. Это позволит облегчить выпуск высокопустотных изделий.



а



б

Рис. 3. Микроструктура силикатных материалов, содержащих 10 мас. % извести: давление гидротермальной обработки, МПа: а – 10; б – 0

Заключение

Таким образом, установлена возможность существенного снижения давления гидротермальной обработки при получении силикатных материалов с использованием песчано-глинистых пород незавершенной стадии глинообразования. За счет повышенной реакционной способности породообразующих минералов этого сырья в условиях гидротермальной обработки процесс формирования прочной микроструктуры цементирующего соединения протекает не только при повышенном, но и при атмосферном давлении, что позволит получать эффективные высокопустотные стеновые строительные материалы по энергосберегающей технологии.

Список литературы

1. Алфимова Н.И. Повышение эффективности стеновых камней за счет использования техногенного сырья // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2011. – № 2. – С. 56–59.
2. Алфимова Н.И., Шаповалов Н.Н., Абросимова О.С. Эксплуатационные характеристики силикатного кирпича, изготовленного с использованием техногенного алюмосиликатного сырья // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2013. – № 3. – С. 11–14.
3. Алфимова Н.И., Шаповалов Н.Н. Материалы автоклавного твердения с использованием техногенного алюмосиликатного сырья // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 6-3. – С. 525–529.
4. Вишневская Я.Ю., Лесовик В.С., Алфимова Н.И. Энергоемкость процессов синтеза композиционных вяжущих в зависимости от генезиса кремнеземсодержащего компонента // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2011. – № 3. – С. 53–56.
5. Володченко А.Н. Влияние механоактивации известково-сапонитового вяжущего на свойства автоклавных силикатных материалов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2011. – № 3. – С. 13–16.
6. Володченко А.Н. Особенности взаимодействия магнезиальной глины с гидроксидом кальция при синтезе новообразований и формирование микроструктуры // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2011. – № 2. – С. 51–55.
7. Володченко А.Н., Лесовик В.С. Реологические свойства газобетонной смеси на основе нетрадиционного сырья // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2012. – № 3. – С. 45–48.
8. Володченко А.Н., Лесовик В.С. Автоклавные ячеистые бетоны на основе магнезиальных глин // Известия вузов. Строительство. – 2012. – № 5. – С. 14–21.
9. Лесовик В.С., Володченко А.А. Влияние состава сырья на свойства безавтоклавных силикатных материалов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2013. – № 1. – С. 10–15.
10. Лесовик В.С., Володченко А.А. Долговечность безавтоклавных силикатных материалов на основе природного наноразмерного сырья // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2011. – № 2. – С. 6–11.
11. К проблеме повышения эффективности композиционных вяжущих / В.С. Лесовик, Н.И. Алфимова, Е.А. Яковлев, М.С. Шейченко // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2009. – № 1. – С. 30–33.

12. Прессованные силикатные материалы автоклавного твердения с использованием отходов производства керамзита / В.В. Строкова, Н.И. Алфимова, В.С. Черкасов, Н.Н. Шаповалов // Строительные материалы. – 2012. – № 3. – С. 14–15.

13. Регулирование свойств ячеистых силикатных бетонов на основе песчано-глинистых пород / А.Н. Володченко, В.С. Лесовик, С.И. Алфимов, А.А. Володченко // Известия вузов. Строительство. – 2007. – № 10. – С. 4–10.

14. Техногенное сырье для силикатных материалов гидратационного твердения / С.И. Алфимов, Р.В. Жуков, А.Н. Володченко, Д.В. Юрчук // Современные наукоемкие технологии. – 2006. – № 2. – С. 59–60.

References

1. Alfimova N.I. Povyshenie jeffektivnosti stenovykh kamnej za schet ispol'zovaniya tehnogennoho syr'ja // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. 2011. no. 2. pp. 56–59.

2. Alfimova N.I., Shapovalov N.N., Abrosimova O.S. Jekspluatatsionnye harakteristiki silikatnogo kirpicha, izgotovlennogo s ispol'zovaniem tehnogennoho aljumasilikatnogo syr'ja // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. 2013. no. 3. pp. 11–14.

3. Alfimova N.I., Shapovalov N.N. Materialy avtoklavnogo tverdeniya s ispol'zovaniem tehnogennoho aljumasilikatnogo syr'ja // Fundamental'nye issledovaniya. 2013. no. 6–3. pp. 525–529.

4. Vishnevskaja Ja.Ju., Lesovik V.S., Alfimova N.I. Jenergoemkost' processov sinteza kompozicionnykh vjashushhih v zavisimosti ot genezisa kremnezemsoderzhashhego komponenta // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. 2011. no. 3. pp. 53–56.

5. Volodchenko A.N. Vlijanie mehanoaktivacii izvestkovosaponitovogo vjashushhego na svojstva avtoklavnykh silikatnykh materialov // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. 2011. no. 3. pp. 13–16.

6. Volodchenko A.N. Osobennosti vzaimodejstviya magnezial'noj gliny s gidroksidom kal'cija pri sinteze novobrazovaniy i formirovaniye mikrostruktury // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. 2011. no. 2. pp. 51–55.

7. Volodchenko A.N., Lesovik V.S. Reologicheskie svojstva gazobetonnoj smesi na osnove netradicionnogo syr'ja // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. 2012. no. 3. pp. 45–48.

8. Volodchenko A.N., Lesovik V.S. Avtoklavnye jacheistye betony na osnove magnezial'nykh glin // Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo. 2012. no. 5. pp. 14–21.

9. Lesovik V.S., Volodchenko A.A. Vlijanie sostava syr'ja na svojstva bezavtoklavnykh silikatnykh materialov // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. 2013. no. 1. pp. 10–15.

10. Lesovik V.S., Volodchenko A.A. Dolgovechnost' bezavtoklavnykh silikatnykh materialov na osnove prirodnogo nanorazmernogo syr'ja // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. 2011. no. 2. – pp. 6–11.

11. K probleme povysheniya jeffektivnosti kompozicionnykh vjashushhih / V.S. Lesovik, N.I. Alfimova, E.A. Jakovlev, M.S. Shejchenko // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. 2009. no. 1. pp. 30–33.

12. Pressovannye silikatnye materialy avtoklavnogo tverdeniya s ispol'zovaniem othodov proizvodstva keramzita / V.V. Strokov, N.I. Alfimova, V.S. Cherkasov, N.N. Shapovalov // Stroitel'nye materialy. 2012. no. 3. pp. 14–15.

13. Regulirovanie svojstv jacheistyx silikatnykh betonov na osnove peschano-glinistykh porod / A.N. Volodchenko, V.S. Lesovik, S.I. Alfimov, A.A. Volodchenko // Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo. 2007. no. 10. pp. 4–10.

14. Tehnogennoe syr'e dlja silikatnykh materialov gidratatsionnogo tverdeniya / S.I. Alfimov, R.V. Zhukov, A.N. Volodchenko, D.V. Jurchuk // Sovremennye naukoemkie tehnologii. 2006. no. 2. pp. 59–60.

Рецензенты:

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

Лукутцова Н.П., д.т.н., профессор, заведующая кафедрой производства строительных конструкций, ФГБОУ ВПО «Брянская государственная инженерно-технологическая академия», г. Брянск.

Работа поступила в редакцию 03.06.2013.

УДК 519.216

МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ВРЕМЕННЫХ И ТОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АВИАЦИОННЫХ СРЕДСТВ И СРЕДСТВ ПРОТИВОВОЗДУШНОЙ ОБОРОНЫ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

Давыдов Я.М., Андреева Н.Ю.

Филиал ФГБОУ ВПО «Московский государственный индустриальный университет», Сергиев Посад, e-mail: gukova33@rambler.ru

Целью данной работы является разработка методики оценки влияния временных и точностных характеристик системы противовоздушной обороны (ПВО) и авиационных средств на эффективность их применения. В качестве основного критерия эффективности применения этих средств является вероятность нанесения огневого удара по цели, а также вероятность поражения цели боевыми снарядами. Сложной задачей в разработке данной методики является обоснование закона распределения времени от момента входа авиационного средства в зону противовоздушной обороны до момента окончания применения им огневых средств, а также определение совместного закона распределения времени от момента обнаружения самолета до окончания бомбометания и времени его поражения средствами противоракетной обороны. Согласно разработанной методике, были проведены расчеты, позволяющие определить влияние характеристик авиационных средств и средств противовоздушной обороны на вероятность выполнения боевой задачи. В качестве исходных данных при проведении расчетов принимались виды законов времени от момента входа самолета в зону противовоздушной обороны и до момента окончания применения самолетом огневых средств, а также параметры этих законов. В качестве характеристик системы противовоздушной обороны принималось время, через которое будет поражен самолет огневыми средствами противовоздушной обороны с момента его обнаружения радиолокационной системой. При этом пересчет параметров равномерного и нормального законов распределения проводился через параметр λ показательного закона. На основании этой методики представляется возможность обосновать требования к некоторым техническим характеристикам как авиационных средств, так и к средствам противовоздушной обороны.

Ключевые слова: временные и точностные характеристики, вероятность нанесения огневого удара по цели, законы распределения, авиационные и огневые средства

METHODS OF EVALUATION OF TIME AND ACCURACY CHARACTERISTICS OF AIR ASSETS AND AIR DEFENSE ON EFFICIENCY OF THEIR USE

Davydov Y.M., Andreeva N.Y.

Branch «Moscow State Industrial University», Sergiev Posad, e-mail: gukova33@rambler.ru

The aim of this work is to develop methodology for assessing the influence of time and accuracy characteristics of the air defense system and air assets on the effectiveness of their use. The main criterion for the effectiveness of these resources is the likelihood of fire hitting the target, and the probability of hitting the target with ammunition. The challenge in the development of this technique is the justification of the distribution of time from the entrance of air assets in the area of defense until the end of his use of weapons, as well as the definition of the distribution share of time from detection of the aircraft until the end of the bombing and the time of its defeat by the missile defense systems. According to the developed methodology, calculations were made, which made it possible to determine the influence of the air assets characteristics and air defense systems on the likelihood of the combat mission. The initial data for the calculations include the laws of time, which served as parameters in analyzing the amount of time between a plane's entrance into an air defense zone, its detection by radar, and the end of the overall attack. In this case, conversion of uniform and normal distribution of the parameters was carried out by an exponential law. On the basis of this method, it's possible to justify the need for several technical features on air assets, and the means of defense.

Keywords: time and accuracy characteristics, likelihood of fire hitting the target, the laws of distribution, aircraft and weapon systems

В решении задач военных конфликтов последнего десятилетия и учитывая перспективы их развития в начале XXI века авиационные средства занимают важное место, а иногда оказывают определяющее влияние на формирование характера вооруженной борьбы. Под влиянием развития средств военной авиации совершенствовались формы и способы боевого применения средств воздушного нападения, изменялась тактика действий авиационных группировок, появлялись новые стратегические приемы для подавления системы ПВО и

нанесения ударов по различным наземным объектам.

Разрабатываемая методика позволяет оценить влияние характеристик системы противовоздушной обороны и авиационных средств на эффективность их применения, учитывая такие факторы, как скорость применения огневых средств и оперативность действия системы противовоздушной обороны. При этом нанесение удара по цели авиационными средствами рассматривается как поток событий. Под событием в этом потоке понимается появление самолета в

области действия радиолокационной системы противника и применение им огневых средств. Теоретической основой разрабатываемой методики является теория потока случайных событий и законы распределения случайных величин.

Модель нанесения авиационного удара

Боевое применение авиационных средств в условиях противовоздушной обороны можно условно разбить на два этапа. На первом этапе осуществляется обнаружение радио-

локационной системы самолета. На втором этапе, если произошло обнаружение, осуществляется удар по авиационному средству ракетами противовоздушной обороны. Если удар по цели осуществляется группой самолетов, то его следует рассматривать как поток событий. При этом под событием следует понимать появление самолета в зоне действия противовоздушной обороны до момента окончания применения им огневых средств.

Характер нанесения авиационного удара представлен на рис. 1.

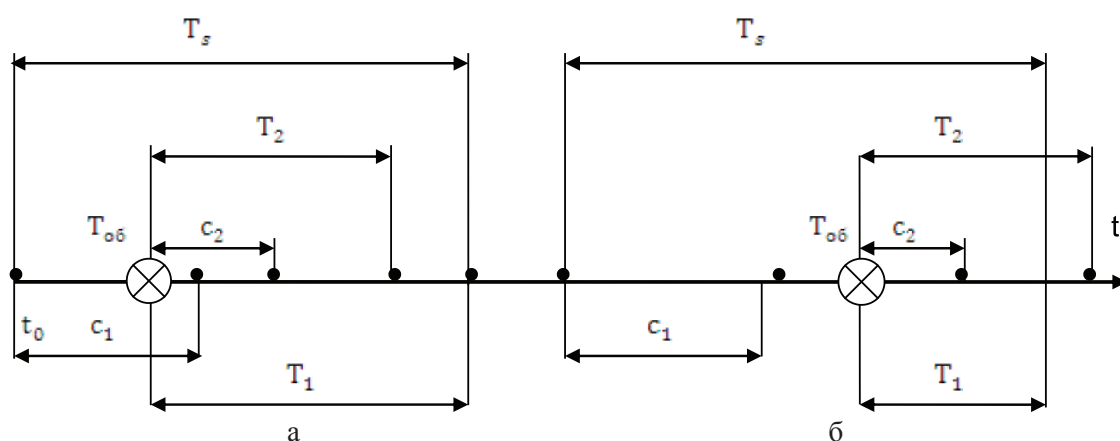


Рис. 1. Временная модель нанесения авиационного удара:

а – условие поражения самолета средствами ПВО; б – условие преодоления самолетом зоны ПВО

На схеме приняты следующие обозначения:

t_0 – момент времени, начиная с которого самолет может быть обнаружен средствами противовоздушной обороны противника; T_s – время с момента появления самолета в зоне противовоздушной обороны до окончания применения им огневых средств; $T_{об}$ – момент обнаружения авиационного средства радиолокационной станцией противника; T_1 – время от момента обнаружения самолета до окончания применения им огневых средств; T_2 – время, через которое будет поражен самолет после его обнаружения; c_1 – время от момента входа самолета в зону противовоздушной обороны до начала нанесения огневого удара по цели; c_2 – время от момента обнаружения самолета до начала его поражения средствами противовоздушной обороны. Если $T_2 > T_1$, то считается, что самолет преодолел зону противовоздушной обороны.

Из модели нанесения авиационного удара в условиях противовоздушной обороны следует, что теоретической основой разрабатываемой методики являются законы распределения случайных величин и теория потоков событий.

Определение вероятности нанесения огневого удара

Разрабатываемая методика позволяет оценить влияние характеристик системы ПВО и авиационных средств на эффективность их применения. Одним из основных критериев эффективности применения этих средств является вероятность нанесения огневого удара.

Исходя из анализа модели нанесения авиационного удара в условиях действия противовоздушной обороны, боевое применение огневых средств можно условно разделить на два этапа. На первом этапе осуществляется обнаружение радиолокационной станцией самолета. На втором этапе осуществляется удар по этому средству ракетами противовоздушной обороны противника. Время от момента обнаружения самолета до его поражения может быть задано как детерминированная величина, а также как случайная, распределенная по некоторому закону.

При разработке методики рассматривались следующие комбинации законов распределения времени применения огневых средств и времени поражения самолета

средствами ПВО, T_s – время от момента появления самолета в зоне противовоздушной обороны противника до окончания применения им огневых средств, T_2 – время, через которое будет поражен самолет после его обнаружения.

1) T_s распределено по показательному закону, T_2 – также по показательному.

2) T_s распределено по показательному закону, T_2 – по равномерному.

3) T_s распределено по показательному закону, T_2 – по нормальному.

4) T_s распределено по равномерному закону, T_2 – по показательному.

5) T_s распределено по равномерному закону, T_2 – также по равномерному.

6) T_s распределено по равномерному закону, T_2 – по нормальному.

7) T_s распределено по нормальному закону, T_2 – по показательному.

8) T_s распределено по нормальному закону, T_2 – по равномерному.

9) T_s распределено по нормальному закону, T_2 – также по нормальному.

Рассмотрим основные положения разрабатываемой методики для определения вероятности нанесения огневого удара на примере первого варианта расчета. Время от момента обнаружения самолета системой противовоздушной обороной до момента его поражения задаем как случайную величину, распределенную по показательному закону. Закон распределения времени от момента обнаружения самолета до окончания применения им огневых средств определяется как для времени от случайной

точки θ до очередного события в потоке по формуле

$$f_1(t_1) = \frac{1 - F(t_s)}{m_{ts}},$$

где $F(t_s)$ – функция распределения времени от момента входа самолета в зону ПВО до окончания применения им огневых средств; m_{ts} – математическое ожидание этого времени.

Общий подход к определению вероятности нанесения огневого удара заключается в следующем: так как рассматриваются условия, при которых время применения огневых средств и время поражения самолета случайно, то для определения вероятности преодоления самолетом зоны действия ПВО противника необходимо определить закон распределения времени $T = T_2 - T_1$. При этом, если $T > 0$, то считается, что авиационное средство успешно преодолело зону ПВО. При определении функции распределения случайной величины $T = T_2 - T_1$ следует учитывать как вид плотности распределения $f(t_1, t_2)$, так и вид формы области интегрирования. Так как плотность распределения времени от момента обнаружения самолета до его поражения $f_2(t_2) = 0$ при $0 \leq t_2 < c_2$, то совместная плотность распределения $f(t_1, t_2)$ будет также равна нулю на этом интервале. Также необходимо учесть, что плотность распределения $f(t_1)$ имеет различные выражения на интервалах $(0, c_1)$ и (c_1, ∞) .

Линия $t_2 = t_1 + t$, проходящая через характерные точки (c_1, c_2) и $(0, c_2)$, делит плоскость $O t_1 t_2$ на три области интегрирования плотности $f(t_1, t_2)$, в которых функция распределения $F(t) = P(k, t)$ определяется по различным формулам. Эти области на рис. 2 имеют различную штриховку.

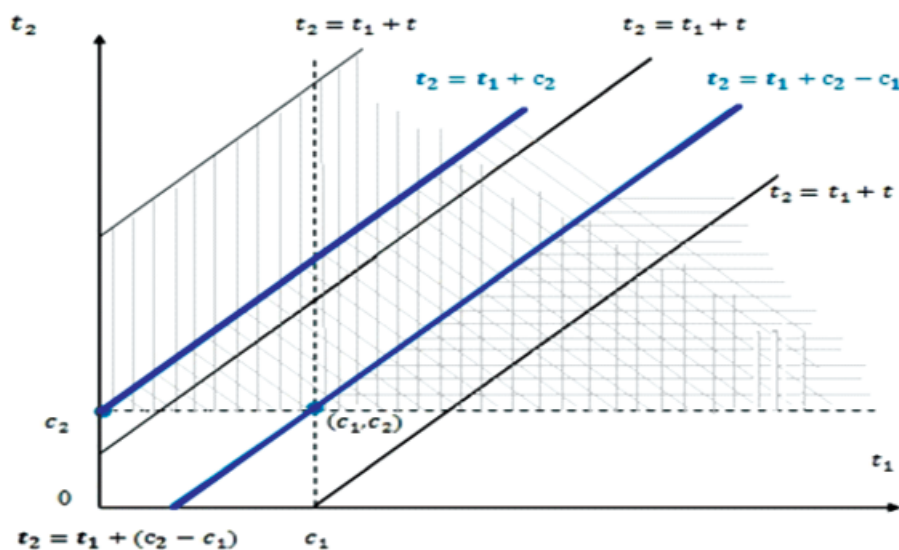


Рис. 2. Области интегрирования плотности $f(t_1, t_2)$

Рассмотрим подробно методику определения закона распределения случайной величины $t = t_2 - t_1$ на всех трех областях при разных значениях t .

1) при $t < c_2 - c_1$. Для того чтобы определить закон распределения $F(t)$, необходимо проинтегрировать плотность распределения $f(t_1, t_2)$ по t_2 и по t_1 . Область интегрирования в этом случае представляет собой бесконечный треугольник, ограниченный линиями уравнений $t_2 = c_2$ и $t_2 = t_1 + t$, с вершиной в точке $(c_2 - t, c_2)$. Соответственно пределы интегрирования будут $(c_2, t_1 + t)$ по t_2 и $(c_2 - t, \infty)$ по t_1 . Функция распределения случайной величины $F(t)$ примет вид:

$$F(t) = \int_{c_2-t}^{\infty} dt_1 \int_{c_2}^{t_1+t} \frac{e^{-\lambda_1(t_1-c_1)}}{c_1 + \frac{1}{\lambda_1}} \lambda_2 e^{-\lambda_2(t_2-c_2)} dt_2.$$

$$F(t) = \int_{c_2-t}^{c_1} dt_1 \int_{c_2}^{t_1+t} \frac{1}{c_1 + \frac{1}{\lambda_1}} \lambda_2 e^{-\lambda_2(t_2-c_2)} dt_2 + \int_{c_1}^{\infty} dt_1 \int_{c_2}^{t_1+t} \frac{e^{-\lambda_1(t_1-c_1)}}{c_1 + \frac{1}{\lambda_1}} \lambda_2 e^{-\lambda_2(t_2-c_2)} dt_2.$$

3) при $t > c_2$. При данных значениях t область интегрирования представляет собой трапецию, ограниченную линиями уравнений $t_1 = 0$; $t_1 = c_1$; $t_2 = c_2$; и $t_2 = t_1 + t$, и бес-

2) при $c_2 - c_1 \leq t < c_2$. Область интегрирования в этом случае представляет собой бесконечный треугольник, ограниченный линиями уравнений $t_2 = c_2$ и $t_2 = t_1 + t$, для того, чтобы провести интегрирование аналитически, разобьем эту область на две по линии уравнения $t_1 = c_1$. Получаем треугольник, ограниченный линиями уравнений $t_1 = c_1$, $t_2 = c_2$ и $t_2 = t_1 + t$, и бесконечную трапецию с вершинами в точках (c_1, c_2) и $(c_1, c_1 + t)$. Пределы интегрирования для треугольника: $(c_2, t_1 + t)$ по t_2 и $(c_2 - t, c_1)$ по t_1 , для трапеции: $(c_2, t_1 + t)$ по t_2 и (c_1, ∞) по t_1 . С учетом проведенного анализа области интегрирования функция распределения случайной величины $F(t)$ при $c_2 - c_1 \leq t < c_2$ примет вид:

конечную трапецию с вершинами в точках (c_1, c_2) и $(c_1, c_2 + t)$. Функцию распределения случайной величины $F(t)$ будем определять по формуле:

$$F(t) = \int_0^{c_1} dt_1 \int_{c_2}^{t_1+t} \frac{1}{c_1 + \frac{1}{\lambda_1}} \lambda_2 e^{-\lambda_2(t_2-c_2)} dt_2 + \int_{c_1}^{\infty} dt_1 \int_{c_2}^{t_1+t} \frac{e^{-\lambda_1(t_1-c_1)}}{c_1 + \frac{1}{\lambda_1}} \lambda_2 e^{-\lambda_2(t_2-c_2)} dt_2.$$

Решая эти интегралы в явном виде по заданным областям, получим формулу для определения функции распределения случайной величины $t = t_2 - t_1$ на заданных интервалах. Для того чтобы определить вероятность выполнения боевой задачи, то есть вероятность того, что авиационное средство закончит применение огневых средств

до момента его поражения, необходимо воспользоваться формулами:

$$P(t_2 - t_1 > 0) = 1 - F(0).$$

Получим выражение для определения вероятности выполнения боевой задачи для комбинации показательных законов:

$$P(t > 0) = \begin{cases} 1 - \frac{\lambda_2 e^{-\lambda_1(c_2-c_1)}}{(\lambda_2 + \lambda_1)(\lambda_1 c_1 + 1)} & \text{при } c_2 > c_1 > 0 \\ \frac{-\lambda_1 e^{-\lambda_2(c_1-c_2)}}{\lambda_2 (\lambda_2 + \lambda_1) \left(c_1 + \frac{1}{\lambda_1}\right)} + \frac{\left(c_2 + \frac{1}{\lambda_2}\right)}{\left(c_1 + \frac{1}{\lambda_1}\right)} & \text{при } c_1 \geq c_2 \geq 0 \end{cases}$$

Аналогично находятся законы распределения и соответственно вероятности нанесения огневого удара для других возможных комбинаций законов распре-

деления с соответствующими плотностями распределения и их характеристиками.

В среде программирования Delphi разработана программа, где в качестве исход-

ных данных задаются параметры вышеуказанных законов распределения времени от момента входа авиационного средства в зону противовоздушной обороны до момента окончания применения им огневых

средств, а также времени от момента обнаружения самолета радиолокационной станцией до его поражения ракетами противовоздушной обороны противника. Результат работы программы представлен на рис. 3.

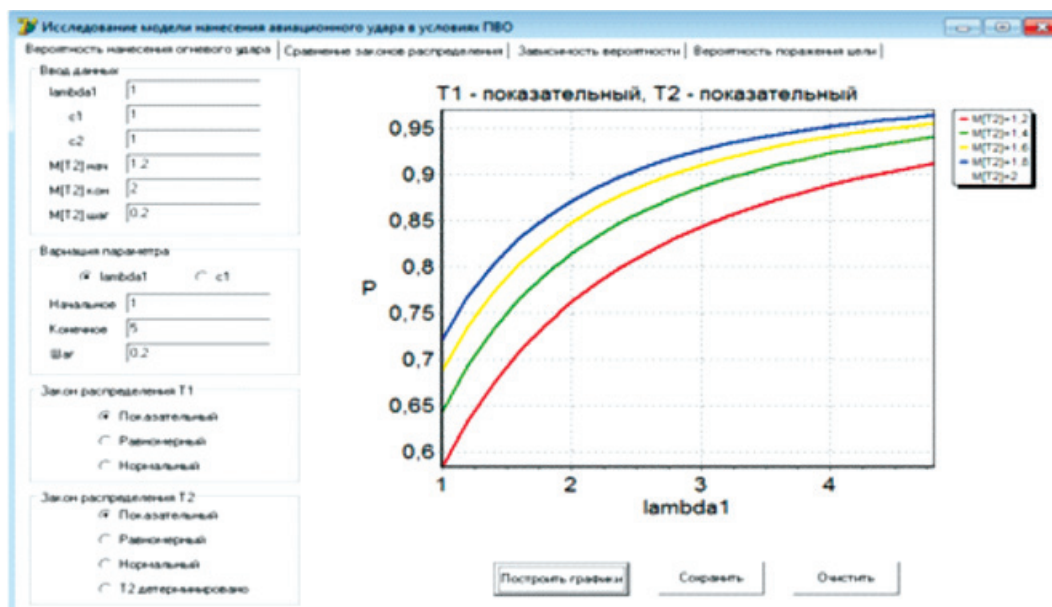


Рис. 3. Зависимость вероятности от заданных характеристик

Графический интерфейс программы позволяет пользователю получать результаты в виде графиков зависимости вероятности нанесения огневого удара по цели в зависимости от вводимых характеристик авиационного средства и системы противовоздушной обороны, а также графиков полученных законов распределения.

Заключение

В ходе решения поставленной задачи рассматривались методы определения характеристик случайных потоков и методы определения функции от разности случайных величин. Методической основой решения поставленной задачи является методика определения вероятности нанесения огневого удара по цели. Для того чтобы оценить эффективность применения авиационных средств в условиях противовоздушной обороны, рассматривались различные законы распределения времени от момента входа этих средств в зону противовоздушной обороны до окончания применения им огневых средств, и времени поражения самолета, а также различные характеристики авиационных средств. Важным выводом данной работы является то, что вид закона распределения времени

до окончания применения огневых средств самолета несущественно влияет на эффективность их применения. При этом закон распределения времени от момента обнаружения самолета РЛС противника до его поражения может оказать существенное влияние на вероятность нанесения огневого удара при достаточно больших значениях интенсивности потока авиационных средств. В частности, некоторые комбинации этих законов дают расхождение значений итоговой вероятности нанесения огневого удара до 0,3.

Поскольку теория потоков событий широко применяется в разрабатываемой методике, то можно сделать вывод о том, что рассмотренные в данной работе вопросы и полученные результаты могут быть полезны именно в сфере противовоздушной обороны. В результате решения данной задачи были определены вероятности нанесения огневого удара по цели при различных временных характеристиках авиационных средств и средств системы противовоздушной обороны. Возможность задания времени поражения самолета случайным с учетом времени от момента обнаружения самолета до начала нанесения удара, направленного на поражения авиационного средства позволяет приблизить

задачу к реальным условиям применения огневых средств самолетом при различных условиях противовоздушной обороны. Разработанная методика позволяет обосновать некоторые требования к техническим характеристикам авиационных средств, средств ПВО, а также огневых авиационных средств.

Список литературы

1. Бернштейн С.Р. Теория вероятностей: учеб. для вузов. – 5-е изд. стер. – М.: Высш. шк., 1998. – 576 с.
2. Бусленко Н.П. Метод статистических испытаний (Монте-Карло) и его реализация на цифровых вычислительных машинах / Н.П. Бусленко, Ю.А. Шрейдер. – М.: Физматгиз, 2000. – 226 с.
3. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения: учебное пособие для вузов. – 2-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2000. – 383 с.
4. Волков И.К., Зуев С.М. Случайные процессы: учеб. пособие для студентов вузов. – М.: Высшая школа, 1979. – 400 с.
5. Гнеденко Б. В. Курс теории вероятностей: учеб. для вузов. – 4-е изд.стер. – М.: Высш. шк., 1999. – 439 с.

References

1. Bernshtejn S.R. Teorija verojatnostej. Ucheb. dlja vuzov. 5-e izd. ster. M.: Vyssh. shk., 1998. 576 p.
2. Buslenko N.P. Metod statisticheskikh ispytanij (Monte-Karlo) i ego realizacija na cifrovych vychislitel'nyh mashinah / N.P. Buslenko, Ju.A. Shrejder. M.: Fiz-matgiz, 2000. 226 p.
3. Ventcel' E.S., Ovcharov L.A. Teorija sluchajnyh processov i ee inzhenernye prilozhenija. Uchebnoe posobie dlja vuzov. 2-e izd., ster. M.: Vyssh. shk. 2000. 383 p.
4. Volkov I.K., Zuev S.M. Sluchajnye processy. Ucheb. posobie dlja studentov vuzov. M.: Vysshaja shkola, 1979. 400 p.
5. Gnedenko B.V. Kurs teorii verojatnostej. Ucheb. Dlja vuzov. 4-e izd.ster. M.: Vyssh. shk.,1999. 439 p.

Рецензенты:

Безгинов А.Н., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Прикладная математика и информатика» филиала ФГБОУ ВПО «МГИУ», г. Сергиев Посад;

Евтерев Л.С., д.т.н., профессор кафедры «Прикладная математика и информатика» филиала ФГБОУ ВПО «МГИУ», г. Сергиев Посад.

Работа поступила в редакцию 27.05.2013.

УДК 621.436.013

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ ЗА ВПУСКНЫМ КЛАПАНОМ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

¹Жаров А.В., ²Чаплиц А.Д., ¹Крайнов А.А., ¹Павлов А.А.¹ФГБОУ ВПО «Ярославский государственный технический университет»,
Ярославль, e-mail: pavlova@list.ru;²Институт технической механики Национальной академии наук Украины
Национального космического агентства Украины, Днепропетровск

Основопологающими процессами в двигателях внутреннего сгорания, оказывающими существенное влияние на последующие процессы смесеобразования и сгорания, являются процессы впуска. Совершенство процесса впуска зависит от особенностей взаимного влияния впускных каналов и клапанных щелей впускных клапанов на гидрогазодинамические характеристики течения рабочего тела двигателя внутреннего сгорания. Создать оптимальную конструкцию каналов и клапанной щели впускной системы двигателя внутреннего сгорания без детального исследования процессов, протекающих в ней, невозможно. В связи с этим целью работы является исследование изменения характеристик течения за клапанной щелью впускного клапана в зависимости от конструкции впускного коллектора для совершенствования всего впускного тракта двигателя внутреннего сгорания. Для исследования применяется метод визуализации потока. В результате применения метода визуализации потока выполнен комплекс исследовательских работ и приведены их результаты по изучению гидрогазодинамических особенностей течения рабочего тела за клапанной щелью впускного клапана: поля скоростей, турбулентных пульсаций потока, распределения пленки и капель жидкой фазы топлива по каналу. В итоге работы усовершенствована впускная система двигателя внутреннего сгорания. Моторные испытания двигателя внутреннего сгорания с усовершенствованной впускной системой показали положительный результат.

Ключевые слова: двигатель, впускной коллектор, клапанная щель, впускной клапан, гидрогазодинамические характеристики

STUDY COURSE FOR INTAKE VALVES OF INTERNAL COMBUSTION ENGINES USING METHODS VISUALIZATION

¹Zharov A.V., ²Chaplits A.D., ¹Kraynov A.A., ¹Pavlov A.A.¹FGBOU VPO «The Yaroslavl state technical university», Yaroslavl, e-mail: pavlova@list.ru;²Institute of technical mechanics of National academy of Sciences of Ukraine of National space agency
of Ukraine, Dnepropetrovsk

The fundamental processes in internal combustion engines that have a significant impact on the subsequent processes of mixture formation and combustion processes are the inlet. Perfection of the process of intake depends on the peculiarities of the mutual influence of the inlet channel and the valve holes inlet valves on hydrodynamic characteristics of flow of working body of an internal combustion engine. To create an optimal design of the channels and valve gap intake system of an internal combustion engine without a detailed study of the processes occurring in it is impossible. In connection with this the purpose of the work is the study of the change in the characteristics of the course of the valve gap intake valve depending on the design of the intake manifold to improve the whole of the intake tract of an internal combustion engine. For the study applies the method of visualization of the flow. As a result of the application of the method of visualization of the flow is made complex of research works and published their results on the study of hydrodynamic peculiarities of gas flow for the valve opening of the intake valve: fields of velocities, turbulent pulsations of the flow, distribution of fuel and drops a liquid phase of the fuel channel. In the end, work has improved the air intake system of the engine of internal combustion. Testing of internal combustion engine with improved intake system showed a positive result.

Keywords: engine, intake manifold, valve gap, inlet valve, hydraulic and gas dynamic characteristics

Основопологающими процессами в двигателях внутреннего сгорания (ДВС), оказывающими существенное влияние на последующие процессы смесеобразования и сгорания, являются процессы впуска. Совершенство процесса впуска зависит от особенностей взаимного влияния впускных каналов и клапанных щелей впускных клапанов на гидрогазодинамические характеристики течения рабочего тела ДВС. Здесь значение впускных каналов в головке цилиндров состоит в том, что наряду с влиянием на наполнение они оказывают

существенное влияние на турбулизацию заряда смеси в цилиндре ДВС, что в конечном итоге интенсифицирует процессы сгорания и непосредственно влияет на его эффективность. Кроме этого, для повышения эффективности ДВС необходимо уменьшить затраты энергии на процессы наполнения. Отметим, что по данным [3] во впускном тракте наибольшие потери энергии сосредоточены на участке перехода потока из коллектора в канал и в самом канале (с клапанной щелью) и составляют до 90 % от всех потерь на впуске. Создать опти-

мальную конструкцию каналов и клапанной щели впускной системы ДВС без детального исследования процессов протекающих в ней невозможно. В связи с этим целью работы является исследование изменения характеристик течения за клапанной щелью впускного клапана в зависимости от конструкции впускного коллектора для совершенствования всего впускного тракта ДВС.

В настоящее время существует ряд экспериментальных способов доводки и оценки впускного тракта двигателей. При этом в ряде случаев о совершенстве конструкции двигателя судят по его мощностным и экономическим показателям. Одна из методик доводки впускного тракта ДВС с применением методов визуализации для их плоских моделей описана в работах [2, 11]. В работе [11] описаны усовершенствованные методы доводки и оценки впускного тракта ДВС на основе комплексного исследования его газодинамических характеристик: полей скоростей, турбулентных пульсаций потока, визуализации структуры течения в канале. Исследованию технологических и газодинамических особенностей впускных каналов посвящены работы [1, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 14]. В настоящей работе выполняется совершенствование методики доводки и оценки впускного тракта ДВС методами визуализации потока. Исследования впускных каналов головки блока цилиндров проводились одновременно с исследованиями всего впускного тракта двигателя 4Ч 7,2/6,7 и непосредственно предшествовали его моторным испытаниям [12, 13]. Исследования проводились на установке, схематично показанной на рис. 1 с использованием в качестве рабочих тел «холодного» воздуха и воды. Схемы каналов варьируемых впускных коллекторов приведены на рис. 2 [11]. Базовые испытания проводились на серийной головке цилиндров в сборе с деталями газораспределительного механизма. При испытаниях к головкам блока пристыковывались серийный коллектор и экспериментальный – ИТМ-2 (рис. 2).

Головка цилиндров в сборе с серийным и экспериментальным коллекторами (препарированными для проведения эксперимента) продувалась воздухом с целью оценки аэродинамического сопротивления по каждому каналу и измерения полей скоростей и турбулентных пульсаций [11]. Воздух при давлении ($10^3 \dots 10^4$) Па подавался по трубопроводу 2 (рис. 1) через фильтр 3 и карбюратор 4 с удаленным поплавком. По трубопроводу 5 на соответствующих режимах испытаний подавалась вода. Давление в модели контролировалось с помощью датчика 6 типа ИКД и U-образного манометра 7. Для определения расхода воздуха применялось стандартное сужающееся сопло 8. Перепад на нем измерялся с помощью датчика 9 «САПФИР», давление и температура до сопла определялись с помощью датчика 6 и термопары 10 типа L (ТХК). Погрешность определения расхода воздуха не превышала 1,5 %.

метра 7. Для определения расхода воздуха применялось стандартное сужающееся сопло 8. Перепад на нем измерялся с помощью датчика 9 «САПФИР», давление и температура до сопла определялись с помощью датчика 6 и термопары 10 типа L (ТХК). Погрешность определения расхода воздуха не превышала 1,5 %.

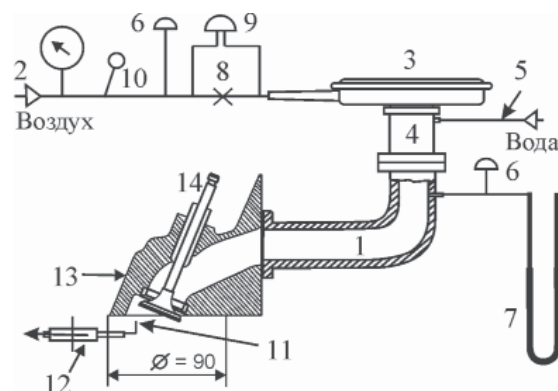


Рис. 1. Схема исследовательской установки:
1 – впускной коллектор; 2 – подвод воздуха;
3 – фильтр; 4 – карбюратор; 5 – подвод имитатора топлива; 6 – датчики давления;
7 – U-образный манометр; 8 – расходомерный участок; 9 – датчик перепада давления;
10 – термопара; 11 – нить термоанемометра;
12 – координатное устройство;
13 – головка цилиндров

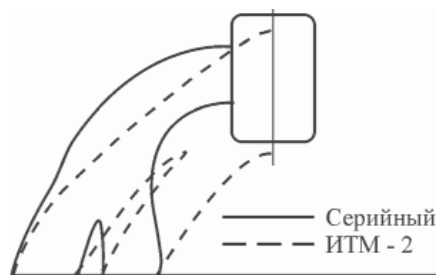


Рис. 2. Контурные диаграммы внутренних каналов коллекторов: серийного и экспериментального [12]

Аэродинамическое сопротивление впускных каналов коллектора ввиду его малости оценивалось по величине расхода воздуха при продувке каждого канала от одного базового давления. Осредненная скорость и интенсивность турбулентности потока определялись с помощью комплекта термоанемометрической аппаратуры с измерителем 11 (рис. 1) на основе вольфрамовой нити. Продольное X и поперечное Y перемещения измерителя осуществлялись координатным устройством 12 с точностью до 0,1 мм. Замеры производились в 24 точках с шагом 2 мм в плоскостях в соответствии со схемой, ука-

званной на рис. 3. Погрешность измерения осредненной скорости не превышала 5 %. Показания термоанемометров контролировались по измерителю скорости ЦАГИ, описанному в [7].

На рис. 3 представлены профили скоростей на выходе из впускных каналов (3 и 4 цилиндров) головки цилиндров в сборе с серийным и модернизированным впускными коллекторами при максимальном открытии клапанов.

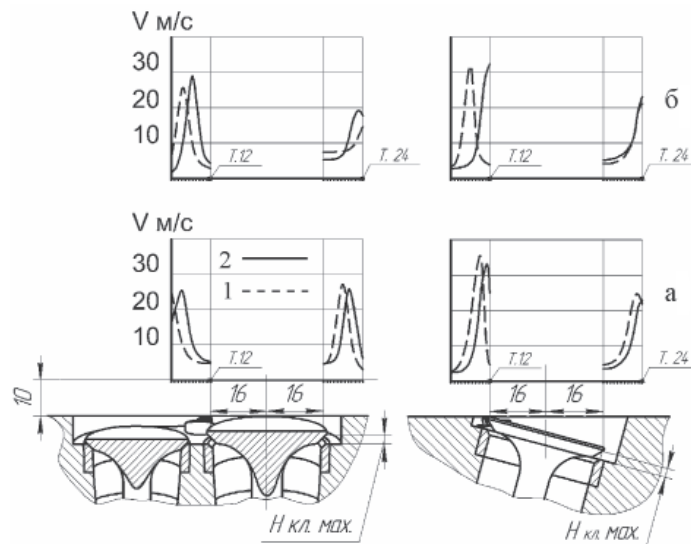


Рис. 3. Профили скорости за впускным клапаном:
1 – серийный впускной коллектор; 2 – модель коллектора ИТМ – 2;
а – третьего цилиндра; б – четвертого цилиндра

Исследование распределения скоростей за клапаном при варьировании геометрии каналов впускных коллекторов показало, что соответствующие профили имеют примерно одинаковые характеристики как в качественном, так и количественном отношении. При этом для крайнего (четвертого) канала наблюдается выравнивание поля скоростей относительно ядра потока. Для канала 3 наблюдается незначительное увеличение скорости при использовании коллектора ИТМ-2, которое может быть объяснено его меньшим гидравлическим сопротивлением. Указанные обстоятельства в том числе приводят к заметному уменьшению выпадения топлива на стенку виде пленки [13].

Интенсивность турбулентности вычислялась как отношение среднеквадратичного значения пульсационной составляющей (турбулентности) к осредненной скорости:

$$W = \frac{\sqrt{U^2}}{V}.$$

Графические зависимости распределения интенсивности турбулентности по сечениям приведены на рис. 4. Распределение интенсивности турбулентности по сечению потока для двух типов впускных каналов примерно одинаково по форме и абсолют-

ному значению для третьего цилиндра. Для цилиндра 4 наблюдается незначительное увеличение абсолютной величины интенсивности турбулентности. Испытания еще раз подтвердили, что пульсации за клапанной щелью впускного клапана определяются свойствами всей впускной системы и, в частности, конструкцией канала в головке блока, формой клапана, седла и условиями истечения.

Особый интерес представлял замер распределения капель жидкой фазы имитатора топлива по площади потока при различных режимах (рис. 5).

На рис. 5 по вертикальной оси отложено количество капель воды в секунду, зарегистрированных нитью термоанемометра. Отличия в распределении заметны лишь в поперечном сечении и объясняются большей плотностью имитатора топлива по отношению к продувочному воздуху. Подсчет взвешенных капель производился в точках замера скорости по пику электрического сигнала усилителя при охлаждении нити датчика капель. Указанный вид исследований показывает соотношение между распыленным в поток топливом и выпавшим в виде пленки на стенку. Такие замеры особенно эффективны на режимах запуска холодного двигателя, особенно совместно с методом визуализации «Лазерный нож»

[3]. При такой схеме испытаний лазерный луч, развернутый в плоскость, «разрезал» поток на выходе из клапанной щели. Для

уточнения направления течения в локальных областях проводилась визуализация методом шелковинок и задымления (рис. 6).

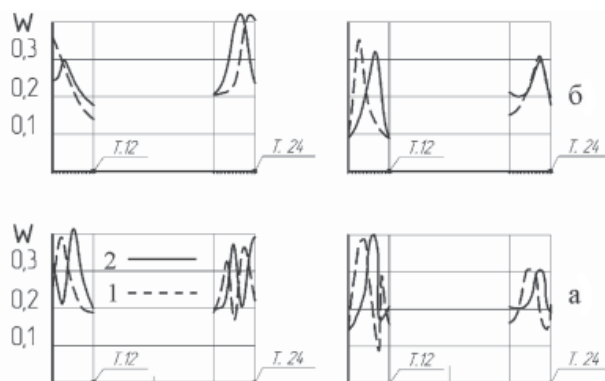


Рис. 4. Интенсивность турбулентных пульсаций за впускным клапаном:
1 – серийный впускной коллектор; 2 – модель коллектора ИТМ – 2;
а – третьего цилиндра; б – четвертого цилиндра

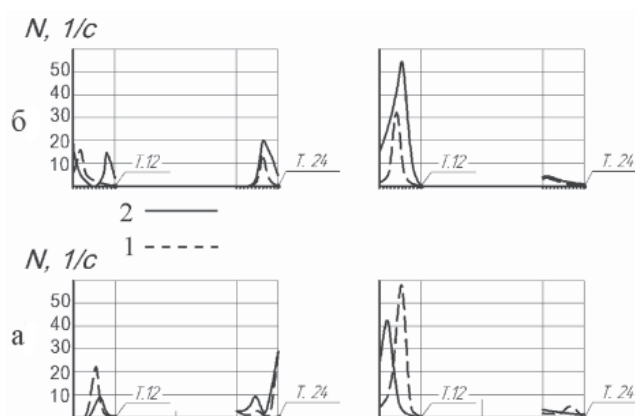


Рис. 5. Распределение капель жидкой фазы имитатора топлива за впускным клапаном:
1 – серийный впускной коллектор; 2 – модель коллектора ИТМ – 2;
а – третьего цилиндра; б – четвертого цилиндра

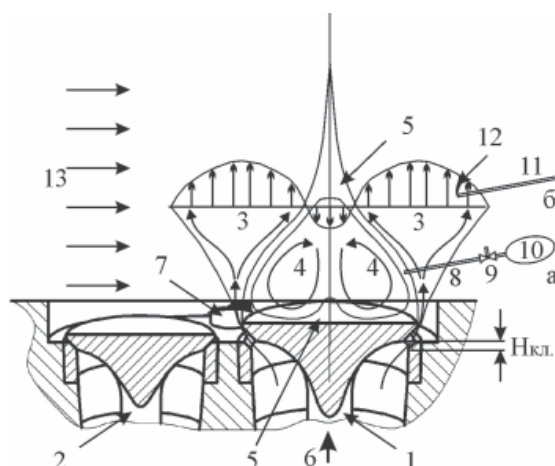


Рис. 6. Схема визуализации картины течения за впускным клапаном:
1 – впускной клапан; 2 – выпускной клапан; 3 – истечение из щели; 4 – область возвратных течений; 5 – донная область; 6 – подвод воздуха; 7 – свеча зажигания; 8 – трубка подвода дыма; 9 – клапан; 10 – генератор дыма; 11 – державка шелковой нити; 12 – нить; 13 – плоскость «Лазерного ножа»;
а – дымовым методом с помощью «Лазерного ножа»; б – методом «шелковой нити»

Результаты моторных испытаний модернизированного впускного тракта в составе двигателя 4Ч 7,2/6,7 на моторном стенде выявили, что температура топливовоздушной смеси на выходе из коллекторов составляла 40°C. Для модели коллектора ИТМ 2 зафиксировано увеличение (до 3...5%) крутящего момента и мощности двигателя при эксплуатационных режимах его работы. Часовой расход топлива незначительно отличается для обоих вариантов впускных систем.

Список литературы

1. Базаров Д.И. Турбулизаторы топливовоздушной смеси и показатели двигателя с искровым зажиганием / Д.И. Базаров, Б.Х. Холмурзаев, К.Р. Шарипов // Автомобильная промышленность. – 2002. – № 11. – С. 27–30.
2. Белоконов К.Г. Визуализация структуры течения во впускных и выпускных каналах ДВС с использованием теневого прибора ИАБ-458 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kampi.ru/scitech/base/nomer10/belokon/belokon.htm> (дата обращения 10.05.2012).
3. Белоконов К.Г. Разработка конструкции, исследование и доводка геометрической формы впускных и выпускных каналов головок цилиндров двигателей семейства Камаз: дис. ... канд. техн. наук: 05.04.02. – Набережные Челны, 2001. – 151 с.
4. Гальковский В.Р. Энергетические показатели транспортных двигателей / В.Р. Гальковский, Д.С. Мокроусов, Н.Д. Чайнов // Двиглестроение. – 2009. – № 4. – С. 6–10.
5. Жаров А.В., Павлов А.А., Большаков В.А. Способ получения седла клапанов чугунных головок цилиндров двс при их изготовлении или восстановлении методом электродуговой наплавки // Патент России № 2448825 С2, 10.01.2012. Бюл. № 12.
6. Кочетков Ю.М. Турбулентность сложных каналов // Двигатель. – М.: НИИЭАП, 2008. – № 3(57) – С. 77.
7. Петунин А.Н. Методы техники измерения параметров газового потока. – М.: Машиностроение, 1972. – 232 с.
8. Письменный Д. Н. Влияние конфигурации ребер – турбулизаторов на теплообмен и потери давления в охлаждающем канале вдоль входной кромки лопатки / Д.Н. Письменный, Ю.Я. Дашевский, А.А. Халатов // Промышленная теплотехника. – 2010. – Т. 32, № 4. – С. 54–62.
9. Поваляев В.А. Улучшение показателей работы тракторного дизеля совершенствованием впускных каналов: дис. ... канд. техн. наук: 05.04.02. – Челябинск, 2007. – 185 с.
10. Христенко А.В., Леонов В.Е. Впускной коллектор двигателя внутреннего сгорания // Патент России № 2275516 С1, опубл. 28.12.05. Бюл. № 12.
11. Чаплиц А.Д., Астапов А.И. Визуализация газовых потоков во внутренних каналах. Днепрпетровск: НАН Украины и НКА Украины, Институт технической механики, 2007. – 209 с.
12. Чаплиц А.Д. Исследование газодинамических параметров во впускном коллекторе автомобильного двигателя с применением методов визуализации // Материалы второго республиканского научно-технического семинара по улучшению показателей тепловых двигателей и ресурсосбережению. – Мелитополь: Таврическая государственная агро-техническая академия, 1996. – С. 37–38.
13. Чаплиц А.Д. Исследование газодинамики впускного тракта двигателя MeM3-245 с применением методов визуализации // Вестник харьковского государственного политехнического университета. Сборник научных трудов. – Харьков: ХДПУ, 1999 – Вып. 85. – С. 129–135.
14. Юмагузин Т.А., Брянецев А.Х. Устройство для гомогенизации топливовоздушной смеси в двигателе внутреннего сгорания // Патент России № 2166116 С1, 27.04.2001. Бюл. № 5.
15. Bazarov D.I., Holmurzaev B.H., and Sharipov K. R. «Turbulizatory toplivovozdushnoj smesi i pokazateli dvigatelya s iskrovyim zazhiganiem» (Baffles fuel ratio and performance of a spark-ignition engine). *Automotive Industry* (2002): pp. 27–30.
16. Belokon' K.G. *Vizualizaciya struktury techeniya vo vpusknyh i vypusknyh kanalakh DVS s ispol'zovaniem tenevogo pribora IAB* – 458 (Visualization of the flow structure in the inlet and outlet channels of the ICE using schlieren instrument IAB – 458). Available at: <http://www.kampi.ru/scitech/base/nomer10/belokon/belokon.htm> (accessed 10.05.2012).
17. Belokon' K.G. *Razrabotka konstrukcii, issledovanie i dovodka geometricheskoj formy vpusknyh i vypusknyh kanalov cilindrov dvigatelej semejstva Kamaz* (Development of design, research and refinement of the geometric shape of inlet and outlet channels of the cylinder head engines of Kamaz): Dissertation of the candidate of technical sciences: 05.04.02. Na-berezhnye Chelny, 2001. 151 p.
18. Gal'govskij V.R., Mokrousov D.S., and Chajnov N.D. «*Jenergeticheskie Pokazateli Transportnyh Dvigatelye*» (Energy performance of vehicle engines) *Engine Construction* no. 4 (2009): pp. 6–10.
19. Zharov A.V., Pavlov A.A., Bol'shakov V.A. *Sposob poluchenija sedla klapanov chugunnyh golovok cilindrov dvs pri ih izgotovlenii ili vosstanovlenii metodom jelektrodugovoj naplavki* (A method for producing the valve seats iron combustion engine cylinder head during manufacture or repair by arc welding). The patent of Russia, no. 2448825 C2, 10.01.2012. The bulletin no. 12.
20. Kochetkov Ju.M. «*Turbulentnost' Slozhnyh Kanalov*» (Turbulence complex channels) *Engine* no. 3(57) (2008): p. 77.
21. Petunin A.N. *Metody Tehniki Izmerenija Parametrov Gazovogo Potoka* (Methods of measurement technology of gas flow parameters). Moscow: Mechanical Engineering, 1972. 232 p.
22. Pis'mennyy D.N., Dashevskij Ju.Ja., and Halatov A.A. «*Vlijanie Konfiguracii Reber – Turbulizatorov Na Teploobmen I Poteri Davleniya v Ohlazhdajushhem Kanale Vdol' Vhodnoj Kromki Lopatki*» (Effect configuration edges – turbulators for heat transfer and pressure loss in the cooling passage along the leading edge of the blade) *Industrial Heat T32* (2010): pp. 54–62.
23. Povaljaev V.A. *Uлучshenie pokazatelej raboty traktor-nogo dizelja sovershenstvovaniem vpusknyh kanalov* (Improving the performance of the tractor diesel improvement inlets): Dissertation of the candidate of technical sciences: 05.04.02. Chely-abinsk, 2007. 185 p.
24. Hristenko A.V., Leonov V.E. *Vpusknoj kollektor dvigatelya vnutrennego sgoraniya* (Inlet manifold internal combustion engine). The patent of Russia, no. 2275516 C1, 28.12.05. The bulletin № 12.
25. Chaplits A. D., Astapov A.I. *Vizualizaciya gazovyh potokov vo vnutrennih kanalakh* (Visualization of gas flows in internal channels). Dnepropetrovsk: NAS and NSA of Ukraine, Institute of Engineering Mechanics, 2007. 209 p.
26. Chaplits A.D. *Issledovanie gazodinamicheskikh parametrov vo vpusknom kollektore avtomobil'nogo dvigatelya s primeneniem metodov vizualizacii* (Study of the parameters in the intake manifold of the engine with the use of imaging) Proceedings of the Second National Scientific and Technical Workshop to improve the performance of heat engines and resource. Melitopol: Taurian State Agrotechnical Academy, 1996. pp. 37–38.
27. Chaplits A.D. *Issledovanie gazodinamiki vpusknoho trakta dvigatelya MeMZ-245 s primeneniem metodov vizualizacii* (The study of gas dynamics engine inlet tract MeMZ-245 with the use of imaging). Bulletin of the Kharkiv State Technical University. Collection of scientific works. Kharkov: HDPU, 1999. no. 85, pp. 129–135.
28. Jumaguzin T.A., Brjancev A.H. *Ustrojstvo dlja gомогенизации toplivovozdushnoj smesi v dvigatele vnutrennego sgoraniya* (An apparatus for homogenizing the air-fuel mixture in the combustion engine). The patent of Russia, no. 2166116 C1, 27.04.2001. The bulletin no. 5.

Рецензенты:

Епархин О.М., д.т.н., профессор, Ярославский филиал ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет путей сообщения» (МИИТ), г. Ярославль;

Мурашов А.А., д.т.н., профессор кафедры математических и естественнонаучных дисциплин Московского финансово-юридического университета МФЮА, г. Москва.

Работа поступила в редакцию 27.05.2013.

УДК 621.9.048

МЕХАНИЗМ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОГО ПРОБОЯ В ВОДЕ НА АЛЮМИНИЕВЫЕ И ТИТАНОВЫЕ СПЛАВЫ

Линёв А.С., Сарилов М.Ю.

ФГБОУ ВПО «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет»,
Комсомольск-на-Амуре, e-mail: sarilov@knastu.ru

Приведены основные причины применения электроэрозионной обработки в современном машиностроении и в авиакосмической области в частности. Также сделан акцент на применении в данной области промышленности алюминиевых и титановых сплавов и особенностях, выявленных при их обработке. Для теоретического интерпретирования полученных экспериментальных данных приведен механизм пробоя на алюминиевые и титановые сплавы с учетом процессов извлечения электронов с поверхности металла, а также выяснения особенностей инжектирования полученных зарядов в рабочую жидкость. Краткое описание возможных процессов взаимодействия нейтральных частиц и электронов, движущихся под действием внешнего магнитного поля. Процесс наглядно проиллюстрирован графическими изображениями с указанием траекторий движения как легких электронов, так и тяжелых ионов, полученных в результате ионизации канала разряда. В итоге по результатам проведенного анализа процесса и физико-химических свойств базовых элементов исследуемых сплавов титана и алюминия было сделано предположение относительно возможного характера пробоя на данные виды материалов.

Ключевые слова: электрическая эрозия, алюминий, титан, теплота, рабочая жидкость

ERODING BREAKDOWN MECHANISM IN WATER FOR ALUMINIUM AND TITANIUM ALLOYS

Linev A.S., Sarilov M.Y.

FGBOU VPO «Komsomolsk-on-Amur State Technical University»,
Komsomolsk-on-Amur, e-mail: sarilov@knastu.ru

The main reason for using electrical discharge machining in modern engineering and aerospace field in particular. Also focuses on the application in this area industry is aluminum and titanium alloys and characteristics identified in their processing. For the theoretical interpretation of the experimental data shows the breakdown mechanism for aluminum and titanium alloys, taking into account the process of extracting electrons from the metal surface, as well as determine the characteristics of the obtained injecting charges into the working fluid. Brief description of the possible interactions between neutral particles and electrons moving under the influence of an external magnetic field. The process is illustrated graphically graphic images showing the trajectories of movement as light electrons and heavy ions produced by ionization of the discharge channel. As a result, the results of the analysis process and physico-chemical properties of the basic elements of the alloys: aluminum and titanium, it has been suggested regarding the possible breakdown character of these types of materials.

Keywords: electric erosion, aluminum, titanium, heat, working fluid

Электроэрозионная (электроискровая) обработка характеризуется рядом очень важных преимуществ перед той же лезвийной обработкой. К достоинствам электроэрозионной обработки (ЭЭО) можно отнести:

- высокую точность;
- хорошее качество поверхности после обработки;
- независимость от твердости заготовки;
- возможность обработки деталей низкой жесткости.

Однако ЭЭО имеет и свои недостатки. Совокупность достоинств и недостатков данного метода обработки металлов предопределили преимущественные области применения: высокоточное машиностроение, авиакосмическая техника, приборостроение, судовые производства и т.д. И так уж совпало, что приоритетными материалами в этой области из-за своих качеств стали сплавы на основе алюминия и титана. От качества обработки этих двух групп материалов во многом и зависит работоспособ-

ность ответственных узлов аппаратов в указанной области.

Если при совершенствовании процесса лезвийной обработки рассматривается лезвийный клин как обрабатывающий элемент, то при рассмотрении ЭЭО необходимо рассматривать единичный импульс (искру) как инструмент обработки. Процесс образования, развития и функционирования искры до конца не изучен ввиду сложности наблюдения этого явления из-за его малого размера и высокой скорости развития. Однако все ранее произведенные работы по изучению искрового пробоя жидкого диэлектрика, как правило, не делали принципиальных различий между обрабатываемыми материалами, а если и делали, то производили лишь констатацию факта отличий, не объясняя в сущности причин отличия данного аспекта обработки от общепринятой теории.

Однако такие отличия все же имеются. На рис. 1 показаны изменения температуры заготовки в процессе обработки от изме-

нения основных параметров процесса обработки (скважность и частота следования импульсов).

Как видно из графиков, температура алюминиевого сплава АК-4 и титанового сплава ОТ-4 значительно превышает температуру при обработке при тех же режимах стали 45 (электроэрозионная обрабатываемость которой принята в теории за 1). Однако, если для титанового сплава данное явление можно объяснить большей плотностью, более низкой теплопроводностью,

более высокой теплоемкостью, что в совокупности приводит к концентрации тепловой энергии в области контакта материала заготовки с каналом разряда, то для алюминиевого сплава такое явление подобным образом объяснено быть не может. Алюминий имеет высокую теплопроводность и низкую теплоемкость, что должно способствовать теплоотводу от области обработки. Но этого не происходит, что свидетельствует о значительных отличиях механизма пробоя на алюминиевый сплав.

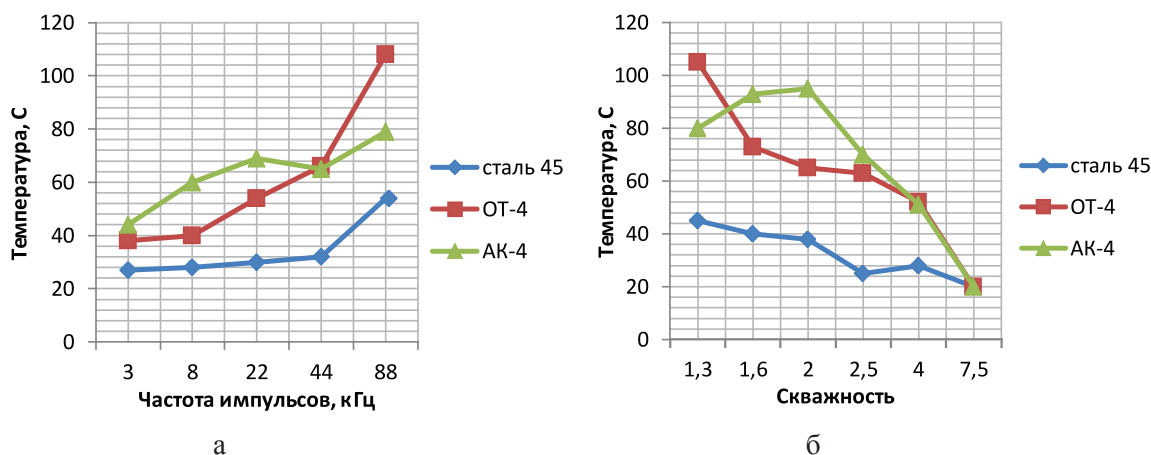


Рис. 1. Зависимость температуры от изменения:
а – частоты импульсов; б – скважности

Целью работы стало выявление механизма пробоя на титановые и алюминиевые справы в жидком диэлектрике при электроэрозионной обработке. Предлагаемый механизм пробоя включает все основные стадии из классической теории пробоя в жидком диэлектрике. Для простоты описания введем некоторые уточнения. Так, для простоты пояснения в качестве диэлектрика выберем дистиллированную воду, а схему обработки выберем прямую (электрод-инструмент катод, а электрод-заготовка анод).

Большое количество физико-химических процессов начинается сразу после приложения на межэлектродный промежуток соответствующего напряжения пробоя, т.е. электромагнитного поля. Сразу после появления ЭДС появляются микротоки проводимости. Они обусловлены наличием в диэлектрической жидкости свободных носителей зарядов. Такими носителями могут стать как свободные легкие электроны, так и тяжелые ионы жидкости, которые постоянно существуют по ряду причин (тепловое взаимодействие молекул, солнечное излучение, радиация и пр.). Однако все это не сильно сказывается на общей картине пробоя, т.к. количество этих носителей крайне мало и развитие канала разряда в результа-

те их упорядоченного движения не возникает. Более важным с точки зрения пробоя является процесс вырывания электронов с поверхности катода под действием внешнего поля.

Для извлечения электрона из металла требуется затратить некоторое количество энергии, минимальное количество которой называется работой выхода [1]. Она зависит от состояния поверхности ее частоты, шероховатости и др. Энергию связи электрона в металле можно трактовать как работы $\frac{e^2}{4a}$ против притягивающей силы изображения $\frac{e^2}{4r^2}$, которую нужно затратить при удалении электрона на расстояние порядка межатомного расстояния на бесконечность. Так как имеется внешнее вытягивающее поле E , на электрон действует суммарная сила:

$$F = \frac{e^2}{4r^2} - eE.$$

Начиная с расстояния $r_k = \left(\frac{e}{4E}\right)^{1/2}$, где $F = 0$, и дальше внешнее вытягивающее

воздействие превышает силу притяжения к поверхности. Значит, чтобы выбраться из тела, электрону нужно преодолеть лишь расстояние r_k и энергию притяжения:

$$\int_a^{r_k} F dr = \int_a^{r_k} \left(\frac{e^2}{4r^2} - eE \right) dr = \frac{e^2}{4a} - e^{3/2} E^{1/2}.$$

Работа выхода уменьшается по сравнению со случаем отсутствия поля на

$$e\Delta\phi = e^{3/2} E^{1/2}.$$

Это явление называют эффектом Шоттки.

Еще одно замечательное явление наблюдается при наличии оксидной пленки на поверхности металла. Наличие пленки данного рода на алюминиевых и титановых сплавах считается нормальным, учитывая высокую химическую активность этих металлов. В [2] сделано предположение, что

наличие оксидной пленки вызывает «налипание» свободных положительных ионов из жидкости, что в свою очередь образует пространственный положительный заряд, который создает дополнительное электрическое поле, снижая работу выхода с поверхности металла. По результатам многократных экспериментов была составлена схематичная интерпретация явления (рис. 2).

Итак, судить о количестве эмитированных электронов из металла катода можно по концентрации электронов в материале, интенсивности электрического поля и наличия оксидной пленки на поверхности металла. Теперь, когда в прикатодной области имеется некоторое количество эмитированных электронов. Под действием электрического поля они начинают двигаться в сторону анода, сталкиваясь при этом с окружающими их молекулами и передавая им часть кинетической энергии полученной от поля.

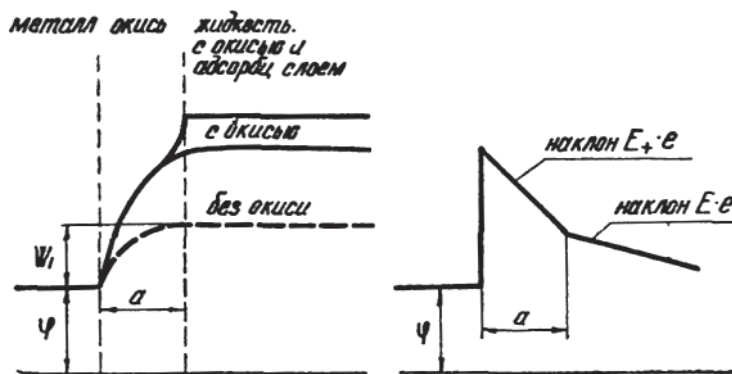


Рис. 2. Влияние оксидной пленки на работы выхода электрона с поверхности металла

Различают 2 типа столкновений электрона с частицами жидкости: упругое и неупругое (ионизационное). Упругие столкновения характеризуются законом сохранения импульса. Так, электрон, преодолевая расстояние свободного пробега, отдает запасенный от внешнего поля импульс (или часть импульса) неподвижной молекуле. Молекула жидкости условно неподвижна ввиду того, что $v_e \gg v_m$. Длина свободного пробега составляет:

$$l = \frac{v}{N\sigma} = \frac{1}{N\sigma}, \quad (1)$$

где v – скорость движения электрона (зависит E); N – частота столкновений; σ – площадь эффективного сечения молекулы (табличное значение).

В результате столкновения незначительно повышается средняя скорость движения молекул в прикатодной области. Упругие столкновения продолжают до того момента, пока электроны не разгонятся до

такой скорости, при которой смогут совершать неупругие соударения с молекулами жидкости, т.е. ионизировать.

Неупругие соударения электронов начинаются с того момента, когда электрон за время свободного пробега l приобретает импульс, достаточный для ионизации молекулы, встретившейся у него на пути. Тогда, попадая в площадь эффективного сечения, электрон выбивает электрон молекулы, тем самым ионизируя молекулу. В результате такого столкновения получаются 2 электрона, которые под действием внешнего поля вновь ускоряются, и один «тяжелый» ион молекулы, который начинает движение, противоположное электронному движению направлению, так же ускоряясь в электрическом поле. Не набрав достаточной массы, электроны будут в незначительной мере увеличивать тепловую скорость движения других молекул, или, набрав достаточный импульс, продолжат ионизационное воздействие на молекулы жидкости, тем самым

порождая развитие канала разряда в виде стримера. Полученный же в результате столкновения ион молекулы из-за своей инерциальной (массы) не сможет набрать достаточного импульса для ионизации, будет повышать тепловую скорость движения частиц жидкости. Однако в отличие от электронов масса иона значительно больше, поэтому его вклад в повышение температуры жидкости более высок. Встречая молекулы жидкости на своем пути, ион повышает их скорость, тем самым повышая температуру жидкости. Благодаря локализации данного процесса в пространстве, в определенной области часть жидкости меняет свое агрегатное состояние с жидкого на газообраз-

ное. Этот факт подтверждается всеми экспериментами (как правило, на поверхности катода происходит образование пузырьков газа). Данный переход сильно влияет на дальнейшее развитие разряда, так как плотность газа значительно ниже плотности жидкости. А из (1) видно, что при снижении плотности повышается длина пробега, что при наличии внешнего магнитного поля означает, что за длину свободного пробега электрон наберет большую скорость и больший импульс, а значит, с большей вероятностью сможет ионизировать другие молекулы жидкости и процесс повторится. Рис. 3 хорошо показывает процесс движения электронов и ионов в воде [3].

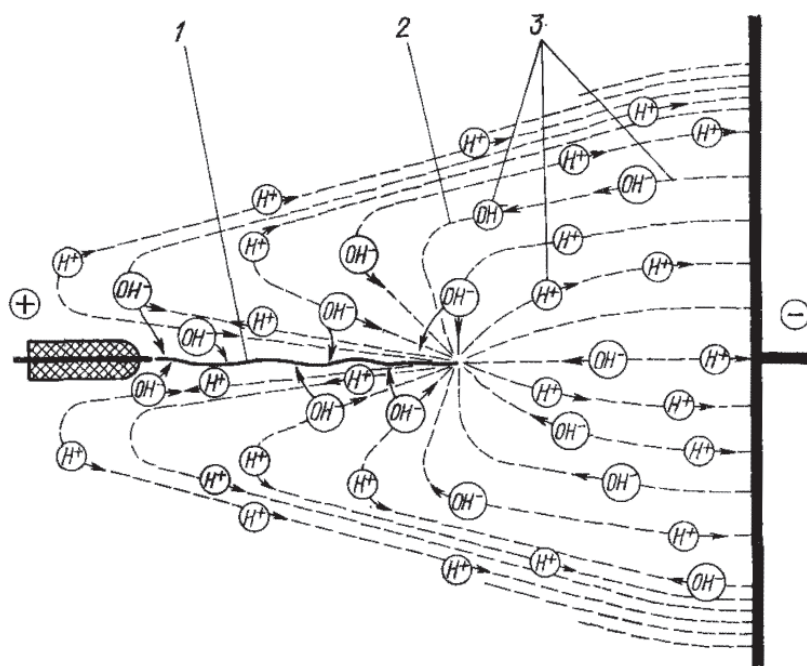


Рис. 3. Схематичное представление о развитии канала разряда:
1 – растущий стример; 2 – силовые линии поля; 3 – направление движения иона

Как правило, стример проходит уже не столько в жидкости, сколько в газо-жидкостной среде. Скорость стримера чрезвычайно велика и порой достигает 10^7 м/с. Развитие основного же канала разряда происходит значительно медленнее. Канал развивается по пути прохождения стримера (в слабоионизированной плазме), который в свою очередь, пересекая межэлектродный промежуток (МЭП), рассеивается в прианодной области из-за объемного положительного заряда ионов.

Когда происходит замыкание канала разряда на аноде, то в канале разряда находится низкотемпературная плазма, которая за счет приложенной разности потенциалов начинает расширяться, продолжая ионизи-

рование окружающего слоя. Повышение давления и температуры вызывает ускоренное увеличение диаметра канала разряда. В это же время происходит нагрев поверхности катода и анода от соприкосновения с каналом разряда. Высокая температура и давление за короткий срок расплавляют и испаряют небольшое количество металла. Практическая мгновенность происходящего нагрева минимизирует количество теплоты, отведенное от электрода-заготовки за счет теплопроводности и излучения.

В момент прекращения подачи напряжения на МЭП расширение канала постепенно замедляется и по истечении некоторого количества времени начинает резкое сужение (так называемое «схлопывание»)

под действием давления окружающей канал жидкости. Некоторое количество расплавленного и испаренного металла втягивается разреженностью, образовавшейся на месте канала разряда. При этом происходит чрезвычайно быстрое охлаждение этого объема

металла. В результате этого, а также высокой пластичности и химической активности частицы металла (в частности, алюминия) окисляются и сплавляются в так называемые окисные усы [4]. Схематичное представление данного процесса отображено на рис. 4.

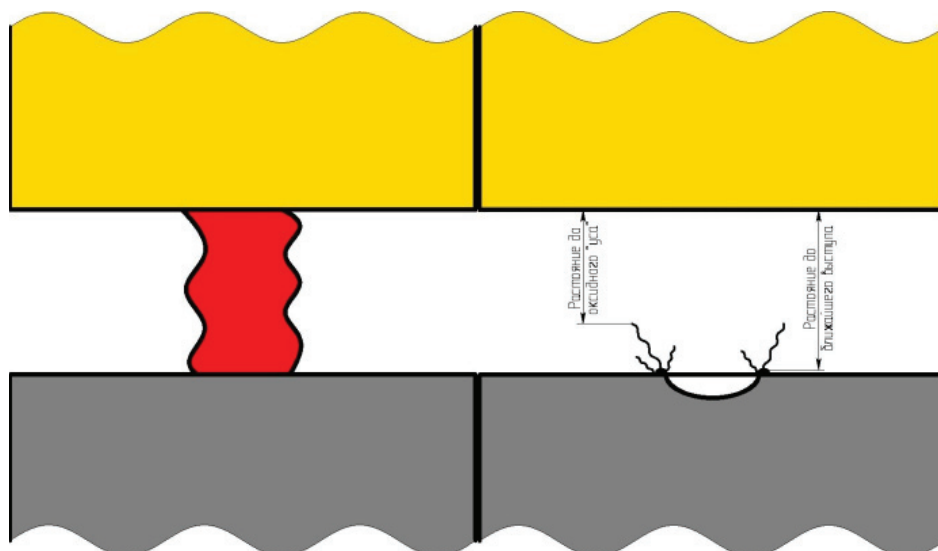


Рис. 4. Упрощенное представление пробоя на алюминиевый сплав

Ввиду схожести характеристик алюминия и титана (химическая активность, особенно при высоких температурах) сделано предположение об идентичности процесса пробоя на сплавы обоих этих металлов. Естественно, титановый сплав будет иметь отличия в механизме. Так, большая удельная теплота плавления и низкая теплопроводность не позволят разогреть достаточное большое количество материала, в результате чего длина окисного уса будет значительно меньше. Однако даже незначительное сокращение межэлектродного промежутка в значительной мере может повлиять на процесс обработки и соответственно на конечный результат.

Использование предложенного механизма позволит скорректировать процесс ЭЗО алюминиевых и титановых сплавов с целью повышения эффективности обработки и качества конечного результата.

Список литературы

1. Райзер, Ю.П. Физика газового разряда: учеб. руководство: для вузов. — М.: Наука, 1992. — 536 с.
2. Ушаков, В. Я. Импульсный электрический пробой жидкостей. — Томск: Изд-во ТГУ, 1975. — 258 с.
3. Базелян, Э.М. Искровой разряд: учеб. пособие: для вузов / Э.М. Базелян, Ю.П. Райзер. — М.: Изд-во МФТИ, 1997. — 320 с.
4. Линёв, А.С., Сариллов, М.Ю., Злыгостев, А.М. Роль плазменного канала и механизмы теплопередачи в процессе электроискровой обработки // Науки о природе и технике:

Ученые записки Комсомольского-на-Амуре технического университета. — 2011. — № 6 — 1(2). — С. 57–63.

5. Линёв А.С., Сариллов М.Ю. Структура материалов после электроэрозионного воздействия // Материалы международного научного форума студентов, аспирантов и молодых ученых стран Азиатского-Тихоокеанского региона. — Владивосток: Инженерная школа ДВФУ, 2012. — С. 790–794.

References

1. Rajzer Y.P. Fizika gazovogo razryada: ucheb. rukovodstvo: dlya vuzov. M.: Nauka, 1992. 536 p.
2. Ushakov V.Y. Impul'snyj ehlektricheskiy probay zhidkostey / V.YA. Ushakov // Tomsk. Izd-vo TGU, 1975. 258 p.
3. Bazelyan, E.M. Iskrovoy razryad: Ucheb. posobie: dlya vuzov. / E.M. Bazelyan, Y.P. Raj-zer. M.: Izd-vo MFTI, 1997. 320 p.
4. Linyov, A.S., Sarilov, M.YU., Zlygostev, A.M. Rol' plazmennogo kanala i mekhanizmy teploperedachi v protsesse ehlektroiskrovoy obrabotki Uchenye zapiski Komso-mol'skogo-na-Amure tekhnicheskogo universiteta «Nauki o prirode i tekhnike». 2011. no. 6 1(2). pp. 57–63.
5. Linjov A.S., Sarilov M.Ju. Struktura materialov posle jelektroerozionnogo vozdejstvija. — Materialy mezhdunarodnogo nauchnogo foruma studentov, aspirantov i molodyh uchenyh stran Aziatskogo-Tihookeanskogo regiona. Vladivostok: Inzhenernaja shkola DVFU. 2012. pp. 790– 794.

Рецензенты:

Еренков О.Ю., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Химическая технология и биотехнология», ФГБОУ ВПО «ТОГУ», г. Хабаровск;
Черномас В.В., д.т.н., профессор, зав. лабораторией «Проблемы металлотехнологий», ИММ ДВО РАН, г. Хабаровск.

Работа поступила в редакцию 27.05.2013.

УДК 681.2.082

ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ДАТЧИК ДИФFUЗНОГО ТИПА НА ОСНОВЕ ГЕНЕРАТОРА ХАОСА

Патрушева Т.В., Патрушев Е.М.

ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»,
Барнаул, e-mail: attractor@list.ru

В статье рассматривается пример использования генератора хаотических колебаний в качестве обнаружителя слабых периодических сигналов на фоне преобладающих шумов. Предлагается полученный сигнал, содержащий шум, и полезный сигнал подавать в неавтономный генератор хаоса. Изначально параметры генератора хаоса должны быть подобраны таким образом, чтобы обеспечить близость рабочей точки к границе периодического и хаотического режимов. Рекомендовано в качестве границы режимов использовать касательную бифуркацию, при которой возникновение хаоса происходит через перемежаемость. По установившемуся виду движения в системе (хаотическому или периодическому) можно судить о факте обнаружения сигнала. Распознавание вида движения в хаотическом генераторе осуществляется по виду спектра сигнала на его выходе. Авторами получены параметры бифуркационных границ и количественно исследована способность к обнаружению сигналов на фоне шумов. Предложенный способ апробирован на лабораторном макете фотоэлектрического датчика диффузного типа.

Ключевые слова: фотоэлектрический датчик, генератор хаоса, шум, бифуркации, перемежаемость, обнаружитель слабых сигналов

PHOTOELECTRIC DIFFUSE – TYPE SENSOR BASED ON CHAOTIC OSCILLATOR

Patrusheva T.V., Patrushev E.M.

Altai state technical university, Barnaul, e-mail: attractor@list.ru

The article describes an example of the use of the generator of chaotic oscillations as a detector of weak periodic signals on the background of strong noise. It is proposed the received signal containing the noise and the desired signal fed to the non-autonomous chaotic oscillator. Initially, the chaotic oscillator parameters should be chosen so as to ensure the proximity of the working point to the boundary of the chaotic and periodic modes. Recommended as a border regimes to use a tangent bifurcation in which the occurrence of chaos is via intermittency. According to the established form of motion in the (periodic or chaotic) can be seen on the detection signal. Recognition kind of movement in the chaotic oscillator is in appearance of the signal at its output. The authors have obtained the parameters of the bifurcation boundaries and quantitatively tested for their ability to detect signals from the background noise. The proposed method has been tested on a laboratory layout photoelectric sensor.

Keywords: photoelectric sensor, chaotic oscillator, noise, bifurcations, intermittency, weak signal detector

В настоящее время выпускается большое разнообразие фотоэлектрических датчиков, предназначенных для средств автоматизации. Условия эксплуатации таких датчиков в промышленном производстве могут быть тяжёлыми. К тяжёлым факторам относятся следующие: вибрации и промышленные шумы, высокая запылённость, большие расстояния до контролируемого объекта [2]. Применительно к схемотехнике датчика эти факторы приводят к ухудшению отношения сигнал/шум (SNR) на входе устройства и требуют использования методов выделения сигналов на фоне помех.

Для решения подобных технических задач существуют разнообразные подходы, состоящие в особой схемной обработке основного рабочего сигнала датчика вплоть до применения цифровых сигнальных процессоров. Среди известных методов линейной обработки сигнала на фоне шумов отметим согласованную фильтрацию и корреляционный приём. Тем не менее задача выделения слабых сигналов на фоне преобладающих шумов остаётся актуальной, получая решения на основе нелинейных радиотехниче-

ских систем, в том числе и демонстрирующих хаос [1].

Одним из направлений исследования в области детерминированного хаоса является разработка методов использования хаотических генераторных режимов для нужд измерительной техники. В [6] описывается измерительный преобразователь доплеровского расходомера на основе генератора хаоса, работающий в условиях слабого полезного сигнала. Сообщается, что обнаружение полезного сигнала возможно при SNR до минус 26 дБ.

Цели и методы исследования

1. Выполнить анализ особенностей реализации режимов сложных колебаний в нелинейных осцилляторах.

2. Осуществить численное моделирование и исследование режимов работы различных вариантов построения датчиков, основанных на использовании бифуркаций в генераторах хаотических колебаний.

3. Разработать опытный образец датчика контроля на основе генератора хаоса и провести его испытания в лабораторных условиях.

В работе использованы методы теории колебаний, методы качественного анализа динамики нелинейных систем, теории электрических цепей, методы математической статистики и обработки экспериментальных данных.

Теоретическое обоснование

Рассмотрим принцип работы бифуркационного функционального преобразователя. Его основу составляет неавтономная система, демонстрирующая хаотическое поведение. Параметры системы подбираются таким образом, чтобы обеспечить близость к границе периодического и хаотического режимов, на которой возникает хаос через перемежаемость.

Важным свойством рождения хаоса через перемежаемость является жёсткое изменение динамики движения системы в целом и изменение чувствительности траектории к начальным условиям или небольшим её отклонениям при незначительном изменении одного из параметров. Так, если движение хаотическое, то небольшие отклонения будут приводить к усложнению траектории, то есть действие шумового сигнала на систему в хаотическом режиме будет приводить к увеличению стохастичности движения. В докритическом режиме периодических колебаний старший показатель Ляпунова становится отрицательным, то есть периодическая траектория становится устойчивой к шумоподобным отклонениям, сохраняя свою периодичность. Выбор данной критической точки в качестве основной для создания бифуркационного варианта измерительного преобразователя должен обеспечить способность к обнаружению слабых на фоне шумов сигналов и стать шагом к созданию датчиков с помехоустойчивостью на физическом уровне.

За основу может быть взята практически любая неавтономная система, демонстрирующая хаотическое поведение. Одним из представителей семейства Чуа является неавтономный генератор Murali–Lakshmanan–Chua, получивший название MLC–цепь [7]. MLC–цепь топологически проста, имеет два реактивных элемента и один нелиней-

ный элемент с кусочно-линейной характеристикой, имеется опорный генератор, относительно которого легко анализировать состояния этой цепи (рис. 1).

Для MLC–цепи можно записать систему уравнений в безразмерных величинах (1):

$$\begin{cases} \frac{dx}{d\tau} = y - h(x) \\ \frac{dy}{d\tau} = -\beta y - \beta x + f \cdot \sin(\omega\tau) \end{cases} \quad (1)$$

где x, y – обобщённые координаты системы; τ – безразмерное время; f – амплитуда опорного генератора; ω – безразмерная частота опорного генератора; $h(x)$ – функция нелинейного преобразования элемента g , описываемая следующим выражением:

$$h(x) = bx + \frac{1}{2}(a - b) \cdot (|x + 1| - |x - 1|),$$

где $a = -1,02$; $b = -0,55$; β – бифуркационный параметр системы, определяемый через элементы электрической схемы (см. рис. 1):

$$\beta = \frac{C \cdot R^2}{L}.$$

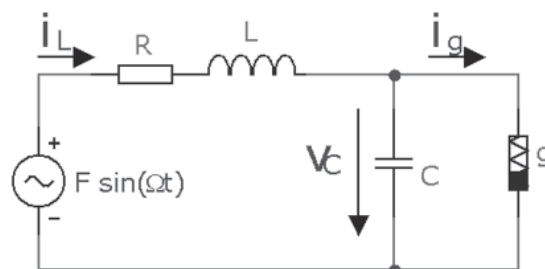


Рис. 1. MLC–цепь

При определённых величинах β и ω амплитуда опорного генератора f фиксируется вблизи некоторого критического значения $f_{кр}$, соответствующего бифуркационной точке.

Создание расчётной модели

Хаотическая MLC–цепь, в которую подается обнаруживаемый сигнал $d \sin \omega t$ в присутствии шумовой помехи, может быть описана следующим уравнением:

$$\begin{cases} \frac{dx}{d\tau} = y - h(x); \\ \frac{dy}{d\tau} = -\beta y - \beta x + f \sin \omega\tau + (d \sin \omega\tau + \sigma \cdot n(\tau)), \end{cases} \quad (2)$$

где $n(\tau)$ – гауссовский случайный процесс, с нулевым средним значением, равномерным, частотно ограниченным спектром, действующим значением, равном 1.

Кроме настройки генератора хаоса близко к точке бифуркации, также необходимо определить допустимые величины для обнаруживаемого сигнала и уровня

шума, сопровождающего его. Если окажется, что мощность помехи превысит некоторое значение, то это приведёт к тому, что периодический режим, несмотря на свою устойчивость, будет разрушен. Также, если амплитуда обнаруживаемого сигнала окажется недостаточной для перехода

в другой режим, то не удастся воспользоваться достоинствами бифуркационного подхода.

Теоретический подбор указанных величин возможен лишь с применением методов численного моделирования, который был выполнен в Matlab/Simulink (рис. 2).

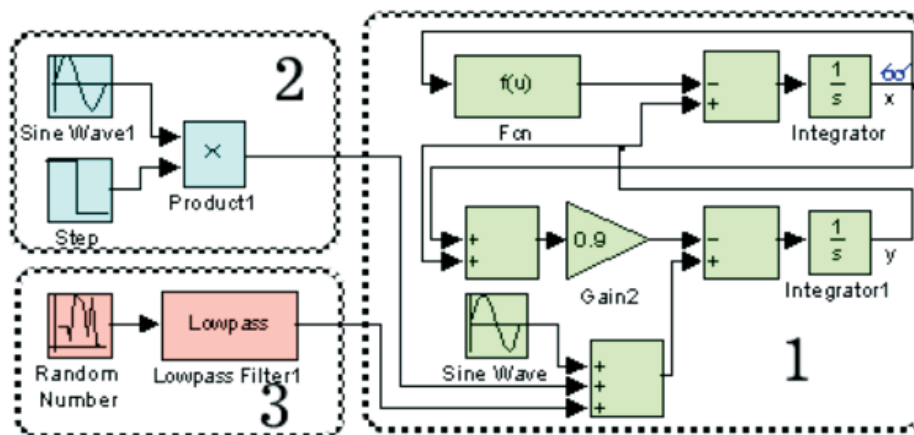


Рис. 2. Расчётная модель в Matlab/Simulink для решения уравнения (2). Цифрами обозначены: 1 – MLC-цепь; 2 – источник обнаруживаемого сигнала; 3 – источник шума

Моделирование позволило найти наиболее подходящие значения для частоты ω и бифуркационного параметра β в безразмерных величинах. В работе [4] среди прочих были рекомендованы значения $\beta = 0,9$; $\omega = 0,4$; $f_{кр} = 0,08245$. Амплитуда опорного генератора f должна быть задана несколько меньше $f_{кр}$, таким образом, чтобы при поступлении на вход обнаруживаемого сигнала $d \sin \omega t$ происходил бы переход из хаотического режима в периодический. Численные эксперименты позволили установить надёжное переключение режимов при надкритичности, составляющей не менее 0,1%, а докритичности 1–2% от $f_{кр}$. С использованием модели частотно-ограниченного генератора белого шума были установлены возможности обнаружения сигналов на фоне преобладающих шумов генератором хаоса. Ширина полосы частот B генератора шума задавалась относительно частоты опорного генератора $\nu = \omega/(2\pi)$ таким образом, чтобы провести исследования при B/ν , принимающем значения от 2 до 50. Удалось уста-

новить способность к обнаружению для $B/\nu = 2$ при $SNR = -16$ дБ, а для $B/\nu = 50$ при $SNR = -28$ дБ, что было подтверждено физическим экспериментом [3].

Применением масштабных множителей к уравнению (2) можно пересчитать параметры системы для любых частот, напряжений и токов. Возможность практического применения обнаружителя слабых на фоне шумов сигналов была рассмотрена на примере фотоэлектрического датчика диффузного типа. Действительно, работа фотоэлектрического датчика в производственных условиях нередко может быть осложнена повышенной запылённостью среды или слабой отражательной способностью контролируемого объекта. В случае, если мощность источника излучения невелика, получаемый на входе фотоприёмника сигнал будет весьма слаб, что в результате предварительного усиления потребует применения обнаружителя.

Структурная схема практической реализации приведена на рис. 3.

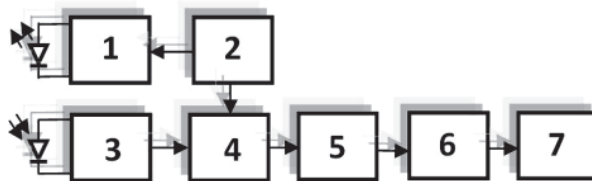


Рис. 3. Структурная схема фотоэлектрического датчика диффузного типа. Цифрами обозначены: 1 – драйвер светодиода; 2 – генератор синусоидальный; 3 – усилитель фотоприёмника; 4 – генератор хаоса; 5 – фильтр; 6 – детектор; 7 – компаратор

Основу устройства составляет синусоидальный генератор частотой 10кГц, управляющий светодиодом и одновременно являющийся задающим для генератора хаоса. Получаемый фотодиодом отражённый сигнал усиливается с применением частотной коррекции и подаётся в генератор хаоса. Установившийся режим генератора хаоса является основным выходным параметром обнаружителя. Для диагностирования хаоса применён ФНЧ с частотой среза, не превышающей $\omega/3$, поскольку хаотический режим характерен наличием турбулентных выбросов, приводящих к появлению в спектре большого числа низкочастотных составляющих. Затем отфильтрованный сигнал детектируется и подаётся на вход компаратора, где сравнивается с некоторой величиной. Порог сравнения устанавливается из соображения максимальной вероятности обнаружения при заданной вероятности ложной тревоги [5]. Время обнаружения определяется постоянной времени детектора.

Макет датчика, представленный на рис. 4, был испытан в лабораторных услови-

ях в течение 30 дней, полученные технические характеристики приведены в таблице.



Рис. 4. Внешний вид лабораторного макета фотоэлектрического датчика

Основные технические характеристики фотоэлектрического датчика диффузного типа на основе генератора хаоса

Параметр	Значение
Диапазон срабатывания	до 1 м
Время срабатывания	10 мс
Принцип действия	оптический, диффузное отражение от объекта
Схема построения	бифуркационный обнаружитель на основе генератора хаоса
Тип выходного сигнала	NPN
Источник излучения	инфракрасный светодиод: – мощность – 40 мВт; – длина волны – 940 нм; – частота модуляции – 10 кГц.
Питание	$\pm 9В$, 150 мА
Габаритные размеры	$\varnothing 50 \times 110$ мм
Дополнительные функции	– защита от внешней засветки – герметичный корпус – защита от переплюсовки

Выводы

Использование генератора хаоса в качестве измерительного преобразователя возможно там, где требуется осуществить обнаружение периодического сигнала на фоне преобладающих шумов.

Рассмотрена возможность использования неавтономного генератора хаоса в качестве обнаружителя сигналов на примере МЛС-цепи. Определены наиболее подходящие параметры системы, необходимые для

работы генератора хаоса в качестве обнаружителя сигналов.

Способность хаотического генератора к обнаружению периодических сигналов на фоне шумов сильно варьируется в зависимости от ширины полосы частот шума и SNR. В случаях, когда SNR становится меньше некоторого значения, способность к обнаружению резко падает даже при задании любого, сколь угодно большого интервала времени обнаружения. Причиной этого является ограниченная способность

генератора сохранять периодический режим под внешним шумовым воздействием, следовательно, мощность шумовой помехи на входе обнаружителя не должна превышать некоторого значения.

Макет фотоэлектрического датчика на основе генератора хаоса экспонировался на выставке «Мир, Человек, Измерения – 2013» в Барнауле и был удостоен Серебряной медали.

Список литературы

1. Домбровский А.Н., Решетняк С.А. О стохастической фильтрации сигналов в нелинейных электрических системах // Радиотехника и электроника. – 2009. – Т.54, № 11. – С. 1369–1371.
2. Лысенко О. Фотоэлектрические датчики компании Sick AG // Электронные компоненты. – 2005. – № 5. – М.: ИД. «Электроника». – С. 8–10.
3. Патрушева Т.В. Амплитудный измерительный преобразователь на основе генератора хаоса / Т.В. Патрушева, Е.М. Патрушев // Технические науки – от теории к практике. – Т. 38. – Новосибирск : Сибирская ассоциация консультантов, 2012. – С. 104–109.
4. Патрушева Т.В. Выбор оптимальных режимов работы амплитудного измерительного преобразователя на основе генератора хаоса // Ползуновский альманах. – Барнаул, 2012. – № 2. – С. 104–107.
5. Патрушева Т.В. Обнаружение слабых периодических сигналов на фоне шумов в приборах контроля, основанных на использовании генератора хаоса / Т.В. Патрушева, Е.М. Патрушев // Измерение, контроль, информатизация: материалы Четырнадцатой междунар. науч.-техн. конф. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2013. – С. 46–51.
6. Chen H.Y. Chaos weak signal detecting algorithm and its application in the ultrasonic Doppler blood stream speed measuring // J. Phys. Conf. Ser.13., London : IOP Publishing. – 2005. – P. 320–324.
7. Murali, K. The simplest dissipative nonautonomous chaotic circuit, Trans. Circuits Syst. – New York: Circuits and Systems Society, 1994. – Vol. 41. – P. 462–463.

References

1. Dombrovskij A.N., Reshetnjak S.A. O stohasticheskoy fil'tracii signalov v nelinejnyh jelektricheskix sistemah // Radiotekhnika i jelektronika. 2009. T.54, no. 11. pp. 1369–1371.
2. Lysenko O. Fotojelektricheskie datchiki kompanii Sick AG // Jelektronnye komponenty. 2005. no. 5. M.:ID. «Jelektronika». pp. 8–10.
3. Patrusheva T.V. Amplitudnyj izmeritel'nyj preobrazovatel' na osnove generatora haosa / T.V. Patrusheva, E.M. Patrushev // Tehnicheskie nauki – ot teorii k praktike. T. 38. Novosibirsk: Sibirskaja asociacija konsul'tantov, 2012. pp. 104–109.
4. Patrusheva T.V. Vybor optimal'nyh rezhimov raboty amplitudnogo izmeritel'nogo preobrazovatelja na osnove generatora haosa // Polzunovskij al'manah. Barnaul, 2012. no. 2. pp. 104–107.
5. Patrusheva T. V. Obnaruzhenie slabyh periodicheskix signalov na fone шумов v priborah kontrolja, osnovannyh na ispol'zovanii generatora haosa / T.V. Patrusheva, E.M. Patrushev // Izmerenie, kontrol', informatizacija : materialy Chetyrnadcatoj mezhdunar. nauch.-tehn. konf. Barnaul: Izd-vo AltGTU, 2013. pp. 46–51.
6. Chen, H.Y. Chaos weak signal detecting algorithm and its application in the ultrasonic Doppler bloodstream speed measuring, J. Phys. Conf. Ser.13., London : IOP Publishing, 2005, pp. 320–324.
7. Murali, K. The simplest dissipative nonautonomous chaotic circuit, Trans. Circuits Syst., New York: Circuits and Systems Society, 1994, Vol. 41. pp. 462–463.

Рецензенты:

Суторихин И.А., д.т.н., профессор, главный научный сотрудник лаборатории гидрологии и информатики Института водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук, ФГБУН ИВЭП СО РАН, г. Барнаул;

Тищенко А.И., д.т.н., профессор кафедры «Общая электротехника и автоматизированный электропривод», ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», г. Барнаул.

Работа поступила в редакцию 03.06.2013.

УДК 519.876.2

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КОМПЛЕКСА ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ СИСТЕМЫ ФИЗИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТА ОХРАНЫ

Полянский И.С., Беседин И.И., Панин Б.Л.

Академия ФСО России, Орел, e-mail: van341@mail.ru

В статье сформирована математическая модель комплекса инженерно-технических средств (КИТС) системы физической защиты (СФЗ) объекта охраны, отличающаяся от известных тем, что разработанное представление позволяет учесть структурные и функциональные свойства КИТС СФЗ: структуру, определяющую топологические связи между подступами к объекту, рубежами защиты и охраняемыми зонами; возможные способы преодоления рубежей защиты; различие технических средств охраны по принципу действия, обеспечивающих разноэффективный уровень защиты рубежа от известных способов его преодоления; ограничение на допустимую стоимость устанавливаемых технических средств охраны, необходимых для решения задачи по нахождению рациональных топологий КИТС СФЗ и плана установки на рубежах защиты различных технических средств охраны. На основе произведенной формализации определена аналитическая зависимость критерия оценки эффективности структурно-параметрического синтеза КИТС СФЗ.

Ключевые слова: комплекс инженерно-технических средств, система физической защиты, математическая модель, ориентированный граф, рентабельность

MATHEMATICAL MODEL COMPLEX ENGINEERING AND TECHNICAL SYSTEMS OF PHYSICAL PROTECTION OF PROPERTY

Polyanskiy I.S., Besedin I.I., Panin B.L.

Academy FSO of Russia, Orel, e-mail: van341@mail.ru

A mathematical model of the complex engineering and technical means (CETM) physical protection system (PPS) method of protection which differs from the known fact that the developed representation allows to take into account the structural and functional properties of PPS CETM: structure defining the topological relationship between the approaches to the subject, and the protection of the borders of protected zones, the possible ways to overcome the boundaries of protection, the difference of means of the principle of operation, providing dissimilar protection abroad to explore ways to overcome it, restrictions on the allowable cost of installed security equipment needed for the task of finding a rational topology CETM PPS and installation plan for boundaries of the protection of various security equipment developed in the article. Analytical dependence criteria for evaluating the effectiveness of structural and parametric synthesis CETM PPS is defined on the basis of product formalization.

Keywords: complex engineering and technical means, physical protection system, the mathematical model, directed graph, return

Представление большинства существующих математических моделей систем физической защиты (СФЗ) [3, 4, 7, 9, 11, 12 и др.] произведено методом прямого описания [10], основанного на вероятностных мерах. В то же время решение задачи структурно-параметрического синтеза обуславливает необходимость косвенного описания: представления входных (управляемых) переменных модели СФЗ, составления уравнения связи, учитывающее топологическую структуру СФЗ и позволяющее определить значения выходных параметров [10]. В [5] на основе анализа модели системы безопасности объекта (метасистемы СФЗ) произведена формализация математической модели СФЗ со сложной топологией в виде ориентированного мультиграфа [5]:

$$S = S(X, \Gamma, D, H), \quad (1)$$

где X – конечное множество вершин графа S ; Γ – отображение $\Gamma: X \rightarrow X \times \mathbb{Z}_+$, заданное конечным подмножеством дуг $U \subset X \times X \times \mathbb{Z}_+$, $\mathbb{Z}_+$ – множество неотрицательных целых чисел; $D \subset X$ – множество

элементов «объект защиты»; $H \subset X$ – множество элементов «субъект угрозы».

Предложенное представление ограничивает постановку задачи синтеза до параметрического. Другими словами, на основе сформированной в [5] математической модели возможно решение задачи синтеза, обеспечивающего рациональный набор опций по реализации рубежей защиты – весов ребер орграфа, определяемых из указанного множества «...альтернативных реализаций рубежа защиты ...» [5] с учетом заранее заданной топологией СФЗ.

В свою очередь структурно-параметрический синтез комплекса инженерно-технических средств (КИТС) СФЗ предполагает проведение совместного решения задачи нахождения рациональных (с точки зрения заданного критерия эффективности):

1) топологии КИТС СФЗ, определяющей расстановку и смежность между узлами орграфа (подступами к объекту, рубежами защиты и охраняемыми зонами) с учетом ограничения на существование путей (доступа) от подступов до объекта

к определенным зонам охраны, т.е. задача структурного синтеза;

2) плана установки на рубежах защиты различных технических средств охраны (ТСО), т.е. задача параметрического синтеза.

Цель статьи заключается в разработке математической модели КИТС СФЗ, позволяющей учесть структурные и функциональные свойства системы физической защиты объекта охраны.

Математическая модель КИТС СФЗ объекта охраны

Представим структуру КИТС СФЗ объекта охраны в виде многоуровневой иерархической системы с сильными связями [8], топология которой задана в виде ориентированного связного графа $G(V, E)$ без петель и кратных ребер (корневого ориентированного графа с древовидной структурой) [2], представленного совокупностью непустого множества вершин V и множества ребер E двухэлементных подмножеств множества V [8]:

$$G(V, E) = \langle V; E \rangle; \quad V \neq \emptyset;$$

$$E \subset V \times V \text{ и } \forall e \in E \quad (|e| = 2), \quad (2)$$

где $V = \{v_1, v_2, \dots, v_N\}$, а $E = \{e_1, e_2, \dots, e_M\}$, $|V| = N$, $|E| = M$ (N и M – общее число вершин и ребер графа соответственно).

В соответствии с типом синтезируемой системы множество вершин V графа $G(V, E)$ представим совокупностью трех непересекающихся подмножеств:

1) V_s – подступы к объекту (корни ориентированного дерева);

2) V_p – рубежи защиты (промежуточные вершины ориентированного дерева);

$$\alpha_{i,j} = \begin{cases} 1, & \text{если вершина } v_i \text{ инцидентна ребру } e_j \text{ и является её началом;} \\ 0, & \text{в противном случае;} \end{cases} \quad (3)$$

$$\beta_{i,j} = \begin{cases} 1, & \text{если вершина } v_i \text{ инцидентна ребру } e_j \text{ и является её концом;} \\ 0, & \text{в противном случае,} \end{cases} \quad (4)$$

причем $\mathbf{H}^{\text{in}} + (-1 \cdot \mathbf{H}^{\text{out}}) = \mathbf{H}$, где

$\mathbf{H} = (h_{i,j})_{N \times M}$ – общая матрица инцидентности для графа $G(V, E)$. Поскольку решением задачи синтеза структуры иерархической системы является некоторая древовидная структура, то для нахождения оптимальной система должна содержать все возможные орграфы древовидного типа с корнями V_s и висячими вершинами V_e . Будем считать, что корни графа опираются на некоторый

3) V_e – охраняемые зоны (листья ориентированного дерева), где $V = V_s \cup V_p \cup V_e$ с условиями: $V_s \cap V_p \cap V_e = \emptyset$, $|V_s| = N_1$, $|V_p| = N_2$, $|V_e| = N_3$, $N = N_1 + N_2 + N_3$.

В рамках рассматриваемой задачи ребра графа задают «правила взаимодействия» между элементами (вершинами графа) иерархической системы, т.е. по существу определяют возможность доступа (пути) нарушителя к охраняемым зонам (вершинам графа). Геометрическое представление ориентированного графа $G(V, E)$ в рассматриваемой постановке задачи отражено на рис. 1.

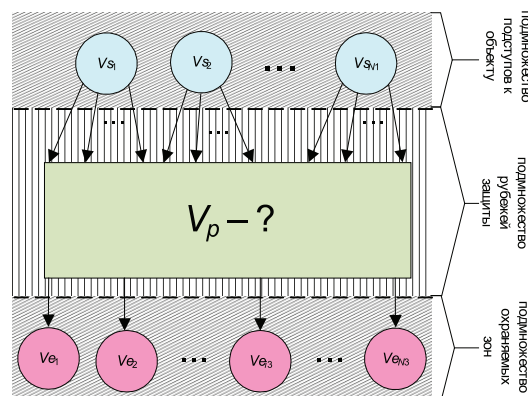


Рис. 1. Геометрическое представление ориентированного графа $G(V, E)$

Ориентированный граф $G(V, E)$ зададим двумя матрицами инцидентности для прямого и обратного потоков $\mathbf{H}^{\text{in}} = (\alpha_{i,j})_{N \times M}$ и $\mathbf{H}^{\text{out}} = (\beta_{i,j})_{N \times M}$ соответственно, элементы которых определяются выражениями [13]

полносвязный подграф, построенный на заданном множестве вершин, а листья соединены со всеми вершинами полносвязного подграфа.

С учетом возможной разнородности рубежей защиты подмножество V_p множеств вершин V исходного графа представляется объединением R непересекающихся множеств $V_p = \bigcup_{r=1}^R (V'_p)_r$, где r -е множество $(V'_p)_r$ определяет совокупность $(N'_2)_r$ рубе-

жей защиты r -го типа, характеризующегося различной степенью защиты от возможных способов преодоления. Последнее задает характеристику i_2 -х рубежей защиты соответствующих r -м типам в виде матрицы

$\mathbf{L} = (l_{i_2,k})_{N_2 \times K}$, (i_2, k) -е элементы которого отражают вероятность преодоления i_2 -го рубежа защиты k -м способом. В свою очередь различные условия расположения подступов к объекту охраны обуславливают неоднородность распределения вероятностей задания пути проникновения злоумышленника через них на охраняемый объект, численно задаваемый исходным вектором $\mathbf{F} = (f_{i_1})_{N_1}$ – вероятности угрозы со стороны i_1 -х подступов к объекту охраны.

Формальное представление задачи параметрического синтеза состоит в определении рационального плана установки ТСО на i_2 -х ($i_2 = \overline{1, N_2}$) рубежах защиты. С учетом указанной возможности установки на рубежах ТСО различного класса в исходной

постановке задачи задается P типов ТСО, характеризующихся матрицей $\mathbf{U} = (u_{p,k})_{P,K}$

и вектором $\mathbf{C} = (c_p)_P$ стоимости p -го типа ТСО. Элементы матрицы $\mathbf{U}$ определяют вероятность защиты p -м ТСО от k -го способа преодоления рубежа злоумышленником. При этом размещение определенного числа ТСО на рубежах защиты ограничено заданным максимальным значением стоимости используемых ресурсов $\tilde{C}$.

Исходная характеристика i_3 -х охраняемых зон задается вектором $\mathbf{Z} = (z_{i_3})_{N_3}$ значимости, i_3 -е элементы которого численно определяют материальный ущерб от злоумышленника в случае доступа к i_3 -й зоне охраны. Ограничения на топологическую структуру синтезируемого КИТС СФЗ задается матрицей $\mathbf{Q} = (q_{i_1,i_3})_{N_1 \times N_3}$, элементы которой определяют правило существования пути из i_1 -го подступа к объекту в i_3 -ю охраняемую зону:

$$q_{i_1,i_3} = \begin{cases} 1, & \text{если } i_3\text{-я вершина достижима из } i_1; \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases} \quad (5)$$

С учетом принятых представлений и сформированной на их основе структурной схемы КИТС СФЗ (рис. 2) произведем описание математической модели КИТС СФЗ путем указания характеристик ее входных и выходных параметров и их математической взаимосвязи. Последнюю представим функциональным оператором $\Psi(\mathbf{X}, \mathbf{Y}, \mathbf{T})$, преобразующим пространство матриц управляющих переменных $\mathbf{X} = (x_{i,j})_{N \times M}$,

$\mathbf{Y} = (y_{i,j})_{N \times M}$ и $\mathbf{T} = (t_{i_2,p})_{N_2 \times P}$ в выходной

параметр, величина которого количественно характеризует заданный критерий эффективности КИТС СФЗ. Элементы матриц управляющих переменных $\mathbf{X}$ и $\mathbf{Y}$ определяют соответствующие элементы матриц инцидентности для прямого $\mathbf{H}^{\text{in}}$ и обратного $\mathbf{H}^{\text{out}}$ потоков синтезируемой структуры СФЗ. Элементы матрицы $\mathbf{T}$ характеризуют количество устанавливаемых на i_2 -м рубеже защиты p -х типов ТСО. При этом элементы матриц управляющих переменных $\mathbf{X}, \mathbf{Y}, \mathbf{T}$ могут принимать фиксированные значения, множества которых определяются условиями:

$$x_{i,j} \in \begin{cases} \{0,1\}, & \text{если } \alpha_{i,j} = 1; \\ \{0\}, & \text{в противном случае;} \end{cases}$$

$$y_{i,j} \in \begin{cases} \{0,1\}, & \text{если } \beta_{i,j} = 1; \\ \{0\}, & \text{в противном случае;} \end{cases} \quad (6)$$

$$t_{i_2,p} \in \mathbb{Z}_{\geq 0}, \quad (7)$$

где $\mathbb{Z}_{\geq 0}$ – множество неотрицательных целых чисел: $\{0, 1, 2, \dots\}$.

Принятые обозначения позволяют записать обобщенную задачу структурно-параметрического синтеза КИТС СФЗ в виде:

$$\Psi(\mathbf{X}, \mathbf{Y}, \mathbf{T}) \rightarrow \max_{\substack{x_{i,j}, y_{i,j} \in \{0,1\} \\ t_{i_2,p} \in \mathbb{Z}_{\geq 0}}}, \quad (8)$$

с учетом ограничения на максимально допустимую стоимость устанавливаемых ТСО на i_2 -х рубежах защиты:

$$\sum_{i_2=1}^{N_2} \sum_{p=1}^P \mathbf{C}_p \cdot t_{i_2,p} \leq \tilde{C}. \quad (9)$$

Вышеописанное позволяет разработать обобщенное геометрическое представление задачи структурно-параметрического синтеза КИТС СФЗ (рис. 3).

Сформированное представление позволяет перейти к разработке функциональной целевой функции (8) от матриц управляемых переменных $\mathbf{X}, \mathbf{Y}, \mathbf{T}$, определяющей критерий эффективности КИТС СФЗ, заданного по правилу «результативность – стоимость».

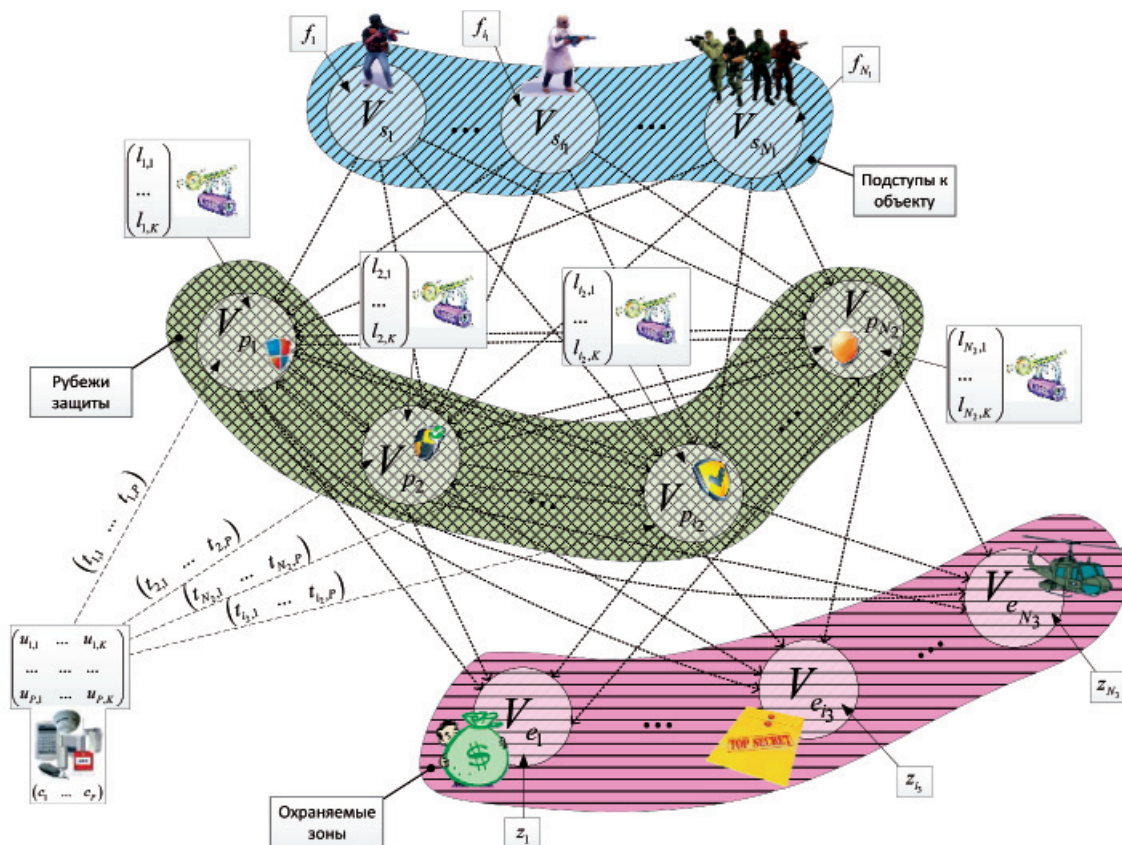


Рис. 2. Структурная схема комплекса инженерно-технических средств системы физической защиты объекта охраны

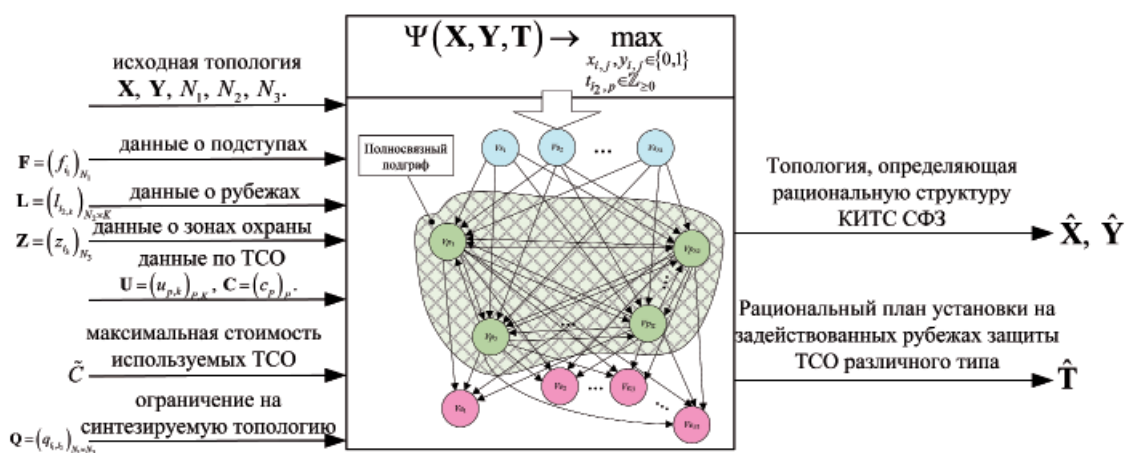


Рис. 3. Геометрия решения задачи структурно-параметрического синтеза системы физической защиты

Критерий оценки эффективности структурно-параметрического синтеза КИТС СФЗ

С целью определения аналитической зависимости целевой функции (8) от матриц управляющих переменных X, Y, T введем следующие представления.

Утверждение 1. Для ориентированного графа $G(V, E)$ без петель и кратных ребер произвольной топологии, заданной двумя матрицами инцидентности для прямого $H^{in} = (\alpha_{i,j})_{N \times M}$ и обратного $(H^{out}) = (\beta'_{i,j})_{M \times N}$ потоков, матрица до-

стижимости $S(r)$ для путей длины $r \in \mathbb{N}$ определяется в соответствии с равенством

$$S(r) = \left[\mathbf{H}^{\text{in}} \cdot (\mathbf{H}^{\text{out}})^T \right]^{r_{\text{com}}}, \quad (10)$$

где операция $[\cdot]^{r_{\text{com}}}$ определяет композицию отношений степени r .

Доказательство. Пусть $G(V, E)$ есть ориентированный граф без петель и кратных ребер, состоящий из N вершин и M дуг, топология которого задана двумя матрицами размерности $N \times M$ инцидентности для прямого $\mathbf{H}^{\text{in}}$ и обратного $\mathbf{H}^{\text{out}}$ потоков. Тогда композиция отношения матрицы $\mathbf{H}^{\text{in}} = (\alpha_{i,j})_{N \times M}$ и транспонированной матрицы $(\mathbf{H}^{\text{out}})^T = (\beta'_{i,j})_{M \times N}$ будет характеризоваться матрицей $\mathbf{E} = (e_{i',j'})_{N \times N}$, (i', j') -й элемент которой определяется в соответствии с отношением

$$e_{i',j'} = \bigvee_{m=1}^M (\alpha_{i',m} \wedge \beta'_{m,j'}). \quad (11)$$

Поскольку $\alpha_{i',m} \in \{0,1\}$ и $\beta'_{m,j'} \in \{0,1\}$ определяют инцидентность m -го ребра к i' -й и j' -й вершинам соответственно, очевидно, что элемент $e_{i',j'} \in \{0,1\}$ матрицы $\mathbf{E} = (e_{i',j'})_{N \times N}$ для ориентированного графа $G(V, E)$ без петель и кратных ребер в конечном счете задает достижимость вершины i' к вершине j' через одно ребро (для пути кратности 1), т.е. по существу определяет смежность вершин i' и j' .

Тогда в соответствии с теоремой 1.4, доказательство которой представлено в [1], возведение матрицы смежности $\mathbf{E} = (e_{i',j'})_{N \times N}$ в натуральную степень r определяет матрицу $\mathbf{A}(r) = \mathbf{E}^r = (\gamma_{i',j'})_{N \times N}$, $\gamma_{i',j'}$ -е элементы которой задают число $(v_{i'}, v_{j'})$ – маршрутов длины r , а соответ-

$$\mathbf{S}(\mathbf{Z}) = (s_1 = 0, s_2 = 0, \dots, s_{N_1+N_2} = z_1, \dots, s_N = z_{N_3})^T;$$

$\Omega(\mathbf{X}, \mathbf{Y}, \mathbf{T})$ – векторная функция, обратная величине действительного риска размерности N , элементы которой задают вероятность защиты от угрозы к i -м узлам КИТС СФЗ с учетом воздействий субъектов защиты (ТСО) на субъект угрозы (злоумышленника), и определяются в соответствии с отношением

$$\Omega_i(\mathbf{X}, \mathbf{Y}, \mathbf{T}) = \prod_{j=1}^{N_1} (1 - \mathbf{A}'_{j,i}(\mathbf{X}, \mathbf{Y}, \mathbf{T})) \quad (15)$$

$$\mathbf{G}_{i,j}(r, \mathbf{X}, \mathbf{Y}, \mathbf{T}) = 1 - \prod_{k=1}^N [1 - \mathbf{G}_{i,k}(1, \mathbf{X}, \mathbf{Y}, \mathbf{T}) \cdot \mathbf{G}_{k,j}(r-1, \mathbf{X}, \mathbf{Y}, \mathbf{T})];$$

ственно композиция отношений степени r над матрицей $\mathbf{E} = (e_{i',j'})_{N \times N}$ определяет матрицу достижимости $\mathbf{S}(r)$ для путей длины $r \in \mathbb{N}$.

Следствие 1 из утверждения 1. В соответствии с выражением (10) матрица достижимости для всех возможных путей кратности от 1 до R будет задаваться соотношением

$$\mathbf{D}(R) = \sum_{r=1}^R \mathbf{S}(r) = \sum_{r=1}^R \left[\mathbf{H}^{\text{in}} \cdot (\mathbf{H}^{\text{out}})^T \right]^{r_{\text{com}}}. \quad (12)$$

Следствие 2 из утверждения 1. Для ориентированного взвешенного графа $G(V, E)$ без петель и кратных ребер, для которого задан вектор весов ребер $\mathbf{C}' = (c'_j)_M$, матрица смежности $\mathbf{E}' = (e'_{i',j'})_{N \times N}$ определяется равенством

$$\mathbf{E}' = \mathbf{H}^{\text{in}} \cdot \text{diag}(\mathbf{C}') \cdot (\mathbf{H}^{\text{out}})^T, \quad (13)$$

где $\text{diag}(\cdot)$ – оператор преобразования произвольного вектора размерностью N в диагональную матрицу $N \times N$, элементы главной диагонали которой соответствуют элементам исходного вектора, а все остальные элементы (расположенные выше/ниже главной диагонали) равны 0.

С учетом отношений (10), (12), (13) определим искомое аналитическое представление функции $\Psi(\mathbf{X}, \mathbf{Y}, \mathbf{T})$, задающей обратную величину суммарного вероятного уровня ущерба (риска [14]) КИТС СФЗ, в виде равенства

$$\Psi(\mathbf{X}, \mathbf{Y}, \mathbf{T}) = \Omega(\mathbf{X}, \mathbf{Y}, \mathbf{T}) \cdot \mathbf{S}(\mathbf{Z}), \quad (14)$$

где $\mathbf{S}(\mathbf{Z})$ – векторная функция, преобразующая N_3 мерный вектор значимости охраняемых зон в вектор размерности N , элементы которого определяют значимость i -й вершины графа (узла СФЗ)

Здесь $\mathbf{A}'(\mathbf{X}, \mathbf{Y}, \mathbf{T})$ – матрица размерности $N \times N$, (i, j) -е, элементы которой задаются в виде:

$$\mathbf{A}'_{i,j}(\mathbf{X}, \mathbf{Y}, \mathbf{T}) = \max_{r \in \{1, 2, \dots, R\}} (\mathbf{G}_{i,j}(r, \mathbf{X}, \mathbf{Y}, \mathbf{T})), \quad (16)$$

где $\mathbf{G}(r, \mathbf{X}, \mathbf{Y}, \mathbf{T})$ – матричная функция размерности $N \times N$, определяемая рекурсией:

$$\mathbf{G}(1, \mathbf{X}, \mathbf{Y}, \mathbf{T}) = \mathbf{X} \cdot \text{diag}(\mathbf{X}^T \cdot \mathbf{W}(\mathbf{T})) \cdot \mathbf{Y}^T. \quad (17)$$

В выражении (16) применение оператора $\max_{r \in \{1, 2, \dots, R\}}(\cdot)$ задает значение максимальной вероятности угрозы для всех возможных путей кратности r . Последнее определяет решение задачи структурно-параметриче-

ского синтеза КИТС СФЗ на «наихудший случай», обусловленное необходимостью нахождения оптимального решения в условиях полной априорной неопределенности о стратегии злоумышленника [15].

В выражении (17) $\mathbf{W}(\mathbf{T})$ – векторная функция размерности N , i -е элементы которой задаются в соответствии с равенством

$$\mathbf{W}_i(\mathbf{T}) = \begin{cases} f_i, & \text{если } 1 \leq i \leq N_1; \\ 1 - \Upsilon_{i-N_1}(\mathbf{T}), & \text{если } N_1 < i \leq N_1 + N_2; \\ 0, & \text{в противном случае,} \end{cases} \quad (18)$$

где $\mathbf{Y}(\mathbf{T})$ – векторная функция размерностью N_2 , элементы которой характеризуют вероятность препятствованию действиям злоумышленника хотя бы од-

ного ТСО (вероятность появления хотя бы одного события [6]), устанавливаемого на i_2 -м рубеже защиты, и задаются отношением

$$\Upsilon_{i_2}(\mathbf{T}) = 1 - \sum_{k=1}^K \left[l_{i_2, k} \cdot \left(\prod_{p=1}^P (1 - u_{p, k})^{t_{i_2, p}} \right) \right] = \sum_{k=1}^K \left[l_{i_2, k} \cdot \left(1 - \prod_{p=1}^P (1 - u_{p, k})^{t_{i_2, p}} \right) \right]. \quad (19)$$

С учетом представлений, рассмотренных выше, критерий эффективности КИТС СФЗ, заданный по правилу «результативность – стоимость» в исходной задаче структурно-параметрического синтеза, примет вид:

$$\begin{cases} \Psi(\mathbf{X}, \mathbf{Y}, \mathbf{T}) \rightarrow \max_{\substack{x_{i,j}, y_{i,j} \in \{0,1\} \\ t_{i_2,p} \in \mathbb{Z}_{\geq 0}}}; \\ \sum_{i_2=1}^{N_2} \sum_{p=1}^P \mathbf{C}_p \cdot t_{i_2, p} \rightarrow \min_{t_{i_2,p} \in \mathbb{Z}_{\geq 0}}, \end{cases} \quad (20)$$

при условии, что:

$$\sum_{i_2=1}^{N_2} \sum_{p=1}^P \mathbf{C}_p \cdot t_{i_2, p} \leq \tilde{C};$$

$$\Theta(\mathbf{X}, \mathbf{Y}, \mathbf{T}) = \left[\Psi(\mathbf{X}, \mathbf{Y}, \mathbf{T}) / \sum_{i_2=1}^{N_2} \sum_{p=1}^P \mathbf{C}_p \cdot t_{i_2, p} \right] \rightarrow \max_{\substack{x_{i,j}, y_{i,j} \in \{0,1\} \\ t_{i_2,p} \in \mathbb{Z}_{\geq 0}}}. \quad (22)$$

Значение функции $\Theta(\mathbf{X}, \mathbf{Y}, \mathbf{T})$ в выражении (22) аналогично [8] определяет рентабельность СФЗ.

Выводы

Разработана математическая модель КИТС СФЗ, отличающаяся тем, что сформированное представление позволяет учесть структурные и функциональные свойства КИТС СФЗ: структуру (3), (4), определяющую топологические связи между подступами к объекту, рубежами защиты и охраняемыми зонами; k -е способы преодоления рубежей защиты; различие ТСО по

$$\mathbf{D}(R, \mathbf{X}, \mathbf{Y})_{i_1, i_3 + N_1 + N_2} = q_{i_1, i_3}, \quad (21)$$

где $\mathbf{D}(R, \mathbf{X}, \mathbf{Y}, \mathbf{T})$ – матрица размерности $N \times N$ достижимости всех возможных путей кратности от 1 до R , определяемой в соответствии с выражением (12).

Значение R определяет максимально возможную длину пути в синтезируемой структуре КИТС СФЗ и в первом приближении задается равным числу промежуточных пунктов графа исходной задачи N_2 (рубежей защиты).

С целью сведения двухкритериальной задачи (20) к однокритериальной представим обобщенный критерий эффективности КИТС СФЗ в виде отношения максимизируемой функции к минимизируемой:

принципу действия, обеспечивающих разнорезультативный уровень защиты рубежа от известных способов его преодоления; стоимость технических средств охраны; ограничение на допустимую стоимость устанавливаемых технических средств охраны, необходимых для решения задачи по нахождению рациональных топологий КИТС СФЗ и плана установки на рубежах защиты различных ТСО.

На основе произведенной формализации определена аналитическая зависимость (22) критерия оценки эффективности КИТС СФЗ, количественно определяющего его

рентабельность, от матриц управляющих переменных $X = (x_{i,j})_{N \times M}$, $Y = (y_{i,j})_{N \times M}$ и $T = (t_{i,p})_{N_2 \times P}$, элементы которых задают структурную топологию синтезируемой КИТС СФЗ и плана установки на рубежах защиты различных ТСО.

Список литературы

1. Асанов М.О. Дискретная математика: графы, матроиды, алгоритмы // М.О. Асанов, В.А. Баранский, В.В. Расин. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотичная динамика», 2001. – 288 с.
2. Бертсекас Д. Сети передачи данных / Д. Бертсекас, Р. Галагер. – М.: Мир, 1989. – 544 с.
3. Боровский А.С. Интегрированный подход к разработке общей математической модели функционирования систем физической защиты / А.С. Боровский, А.Д. Тарасов // Вестник ВГУ, серия: Системный анализ и информационные технологии. – 2011. – № 1. – С. 50–59.
4. Бояринцев А.В. Проблемы антитерроризма: угрозы и модели нарушителей / А.В. Бояринцев, А.Г. Зуев, А.В. Ничиков. – СПб.: ЗАО НПП «ИСТА-Системс», 2008. – 220 с.
5. Быстров С.Ю. Анализ и оптимизация систем физической защиты особо важных объектов: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.01. – Пенза, 2004. – 181 с.
6. Вентцель Е.С. Теория вероятности / Е.С. Вентцель, Л.А. Овсcharов. – 2-е изд. – М.: Наука, 1973. – 368 с.
7. Вишнякова Т.О. Анализ эффективности систем физической защиты при помощи Марковской сетевой модели / Т.О. Вишнякова, В.И. Васильев // Вестник УГАТУ. – 2007. – Т. 8, № 7 (25). – С. 11–19.
8. Воронин А.А. Оптимальные иерархические структуры / А.А. Воронин, С.П. Мишин. – М.: ИПУ РАН, 2003. – 214 с.
9. Гайнуллин Т.Р. Моделирование процесса выбора состава технических средств системы физической защиты: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.18. – Брянск, 2008. – 162 с.
10. ГОСТ Р 50.2.004-2000. Определение характеристик математических моделей зависимостей между физическими величинами при решении измерительных задач. Основные положения. – М.: Стандартинформ, 2000. – 15 с.
11. Забияко С.В. Моделирование оценки эффективности функционирования интегрированных систем безопасности в условиях структурно-параметрического конфликта подсистем: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.18. – Воронеж, 2004. – 137 с.
12. Мишин Е.Т. Построение систем физической защиты потенциально опасных объектов / Е.Т. Мишин, Е.Е. Соколов. – М.: Радио и связь, 2005. – 200 с.
13. Полянский И.С. Распределение однородного непрерывного ограниченного ресурса в иерархических системах транспортного типа с древовидной структурой / И.С. Полянский, И.В. Логинова, И.И. Беседин, М. М. Фролов // Информационные системы и технологии. – 2013. – № 2 (76) – С. 99–106.
14. Хенли Э.Дж. Надежность технических систем и оценка риска: пер. с англ. В.С. Сыромятникова, Г.С. Деминой / Э.Дж. Хенли, Х. Кумamoto; под общ. ред. В.С. Сыромятникова. – М.: Машиностроение, 1984. – 528 с.
15. Шапкин А.С. Экономические и финансовые риски. Оценка, управление, портфель инвестиций: монография. – М.: Издательско-торговая компания корпорация «Дашков и Ко», 2003. – 544 с.

References

1. Asanov M.O. Diskretnaya matematika: grafy, matroidy, algoritmy // M.O. Asanov, V.A. Baranskij, V.V. Rasin. Izhevsk: NITS «Regulyarnaya i khaotichnaya dinamika», 2001. 288 p.
2. Bertsekas, D. Seti peredachi dannykh / D. Bertsekas, R. Galager. M.: Mir, 1989. 544 p.
3. Borovskij A.S. Integrirrovannyj podkhod k razrabotke obshhej matematicheskoy modeli funktsionirovaniya sistem fizicheskoy zashhity / A.S. Borovskij, A.D. Tarasov. Vestnik VGU, seriya: Sistemnyj analiz i informatsionnye tekhnologii. no. 1. 2011. pp. 50–59.
4. Boyarintsev A.V. Problemy antiterrorizma: ugrozy i modeli narushitelej / A.V. Boyarintsev, A.G. Zuev, A.V. Nichikov. SPb.: ZAO NPP «ISTA-Sistems», 2008. 220 p.
5. Bystrov S.YU. Analiz i optimizatsiya sistem fizicheskoy zashhity osobo vazhnykh ob'ektov: Dissertatsiya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk: 05.13.01 / Bystrov Sergej YUr'evich. Penza, 2004. 181 p.
6. Venttsel' E.S. Teoriya veroyatnosti / E.S. Venttsel', L.A. Ovscharov. Izdanie vtoroe. M.: Nauka, 1973. 368 p.
7. Vishnyakova T.O. Analiz ehffektivnosti sistem fizicheskoy zashhity pri pomoshhi Markovskoj setевой модели / T.O. Vishnyakova, V.I. Vasil'ev // Vestnik UGATU. 2007. T. 8, no. 7 (25). pp. 11–19.
8. Voronin, A. A. Optimal'nye ierarkhicheskie struktury / A.A. Voronin, S.P. Mishin. M.: IPU RAN, 2003. 214 p.
9. Gajnullin T.R. Modelirovanie protsessа vybora sostava tekhnicheskikh sredstv sistemy fizicheskoy zashhity: Dissertatsiya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk: 05.13.18 / Gajnullin Timur Rinatovich. Bryansk, 2008. 162 p.
10. GOST R 50.2.004-2000. Opredelenie kharakteristik matematicheskikh modelej zavisimostej mezhdru fizicheskimi velichinami pri reshenii izmeritel'nykh zadach. Osnovnyye polozheniya. M.: Standartinform, 2000. 15 p.
11. Zabyako S.V. Modelirovanie otsenki ehffektivnosti funktsionirovaniya integrirrovannykh sistem bezopasnosti v usloviyakh strukturno-parametricheskogo konflikta podsystem: Dissertatsiya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk: 05.13.18 / Zabyako Sergej Valer'evich. Voronezh, 2004. 137 p.
12. Mishin E.T. Postroenie sistem fizicheskoy zashhity potentsial'no opasnykh ob'ektov / E.T. Mishin, E.E. Sokolov. M.: Radio i svyaz', 2005. 200 p.
13. Polyanskij I.S. Raspredelenie odnorodnogo nepreryvnogo ograniченного ресурса v ierarkhicheskikh sistemakh transportnogo tipа s drevovidnoy strukturoj / I.S. Polyanskij, I.V. Loginova, I.I. Besedin, M.M. Frolov // Informatsionnye sistemy i tekhnologii 2013. no. 2 (76) pp. 99–106.
14. KHenli, E.H. Dzh. Nadezhnost' tekhnicheskikh sistem i otsenka riska / E.H. Dzh. KHenli, K.H. Kumamoto. Per. s angl. V.S. Syromyatnikova, G.S. Deminoj. Pod obshh. red. V.S. Syromyatnikova. M.: Mashinostroenie, 1984. 528 p.
15. SHapkin A.S. EHkonomicheskie i finansovye riski. Otsenka, upravlenie, portfel' investitsij: Monografiya. M.: Izdatel'sko-torgovaya kompaniya korporatsiya «Dashkov i Ko», 2003. 544 p.

Рецензенты:

Сайтов И.А., д.т.н., профессор, сотрудник Академии ФСО России, г. Орел;
Иванов Б.Р., д.т.н., профессор, сотрудник Академии ФСО России, г. Орел.
Работа поступила в редакцию 03.06.2013.

ВЛИЯНИЕ ПОСТОЯННОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ДИОКСИДА ТИТАНА

Смирнова В.В., Ильин А.П.

ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Томск,
e-mail: vv_smirnova@sibmail.com

Изучена сорбционная активность диоксида титана, полученного гидролизом соли TiCl_4 (образец S0), по отношению к двухзарядным катионам железа, никеля и марганца после обработки суспензии TiO_2 постоянным электрическим полем в среде, не смещающей ионное равновесие $\text{H}^+ - \text{OH}^-$: дистиллированной воде (образцы S1, S2, S3) и 0,2N растворе хлорида натрия (образцы S4, S5, S6). Постоянное электрическое поле создавали, погружая плоские титановые электроды в суспензию диоксида титана ($l = 120$ мм) и подавая напряжение 200 В. После обработки электрическим полем образцы диоксида титана делили на три части, отбирая пробы из межэлектродного пространства (S1, S4), а также у положительно (S2, S5) и отрицательно (S3, S6) заряженных электродов. Показано, что образцы диоксида титана, взятые в разных частях суспензии TiO_2 , проявляют различные свойства в отношении сорбции двухзарядных катионов железа, марганца и никеля. Установлено, что снижение концентрации примесных ионов в среднем составило: для необработанного TiO_2 (S0) в 2,4 раза; для обработанных в дистиллированной воде: S1 в 4,1; S2 – 3,5; S3 – 3,4 раз; для диоксида титана, обработанного в растворе хлорида натрия: S4 в 4,7; S5 – 3,5 S6 – 3,4 раза. Рост сорбционной активности диоксида титана после воздействия постоянного электрического поля объясняется перераспределением концентрации функциональных групп на поверхности TiO_2 . Анализ содержания примеси двухзарядных катионов металлов проводили с использованием стандартных фотокolorиметрических методов.

Ключевые слова: диоксид титана, поляризация, тяжелые металлы, сорбция, сорбционная емкость, ИК-спектры, полоса поглощения, постоянное электрическое напряжение, электрод, валентные и деформационные колебания

INFLUENCE OF CONSTANT ELECTRIC FIELD ON DIOXIDE TITANIUM SORPTION PROPERTIES

Smirnova V.V., Ilyin A.P.

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, e-mail: vv_smirnova@sibmail.com

The sorption activity of titanium dioxide obtained by salts TiCl_4 (sample S0) hydrolyzing, with respect to the doubly charged cations of iron, nickel and manganese after treatment TiO_2 suspension constant electric field in the medium, not the biasing ionic equilibrium $\text{H}^+ - \text{OH}^-$: distilled water (samples S1, S2, S3) and 0,2N solution of sodium chloride (samples S4, S5, S6). Constant electric field created by immersing the electrodes in a flat titanium titanium dioxide slurry ($l = 120$ mm) and applying voltage 200 V. When the electric field treatment of titanium dioxide samples were divided into three parts, selecting samples from the interelectrode space (S1, S4), and is positive (S2, S5) and negative (S3, S6) charged electrodes. It is shown that the samples of titanium dioxide are taken in different parts of the suspension of TiO_2 , exhibit different properties in terms of sorption of doubly charged cations of iron, manganese and nickel. Found that lowering the concentration of impurity ions on the average: the untreated TiO_2 (S0) is 2,4 times; handled in distilled water: S1 to 4,1; S2 – 3,5; S3 – 3,4 times, for dioxide titanium treated in a solution of sodium chloride: S4 in 4,7; S5 – 3,5 S6 – 3,4 times. Growth or titanium dioxide sorption activity after exposure static electric field concentration due to redistribution of the functional groups on the surface of TiO_2 . Analysis of the impurity metal divalent cations content using standard techniques photocolormetric was performed.

Keywords: titanium dioxide, polarization, heavy metal, sorption, sorption capacity, IR spectra, the absorption band, constant voltage, electrode, stretching and deformation vibrations

Возможность использования диоксида титана в качестве реагента для концентрирования и извлечения примесей из воды изучается в последнее время все более активно [4,9]. Диоксид титана химически инертное вещество, для реализации его сорбционных возможностей требуется предварительное активирование поверхности путем создания на ней активных функциональных групп. Известны способы активирования TiO_2 путем обработки кислотами и щелочами или нанесением на его поверхность групп-комплексобразователей [7]. Другим направлением в активировании поверхности TiO_2 является его обработка с помощью электрофизических методов: облучением потоком электронов, ультразвуковой и/или электроискровой обработкой и другими ви-

дами воздействия [3]. Перспективным направлением для активирования поверхности диоксида титана является воздействие на нее постоянным электрическим полем [8], но этот процесс изучен недостаточно подробно.

Цель настоящей работы – формирование на поверхности диоксида титана функциональных групп, активных по отношению к сорбции растворимых ионов металлов, путем его обработки постоянным электрическим полем в дистиллированной воде и в растворе хлорида натрия.

Методики эксперимента и характеристика объекта исследования

В работе использовали порошок диоксида титана, полученный гидролизом реактива TiCl_4 с последующим прокаливанием при 600°C .

В качестве среды при обработке постоянным электрическим полем в работе выбраны: дистиллированная вода (среда сравнения) и 0,2 н раствор NaCl, которые не приводят к изменению pH.

При выполнении работы для определения вида функциональных групп на поверхности диоксида титана (ИК-Фурье спектрофотометр Nicolet 5700) использована инфракрасная спектроскопия (ИКС) пропускания. Идентификацию функциональных групп, связанных с поглощением в ИК-спектре, проводили с использованием литературных данных [5]. Количественное определение содержания растворимых примесей ионов Fe(II), Mn(II) и Ni(II) в воде проводили с использованием стандартных методик фотокolorиметрии (фотометр КФК-3-01). Постоянное электрическое поле создавали путем подключения плоских титановых электродов марки ВТ-1.0 (расстояние между электродами $l = 12$ см, $U = 200$ В) к источнику напряжения Laboratory DC powersupply «Instek». Обработку суспензий диоксида титана в воде и в растворе хлорида натрия проводили в ультразвуковой ванне (22 кГц, 0,15 Вт/см²).

Результаты исследования и их обсуждение

После перемешивания суспензии ультразвуком (10 мин) в дистиллированной воде и воздействия постоянного электрического поля (30 мин) пробу диоксида титана отбирали из середины межэлектродного пространства (образец S1, табл. 1), высушивали и записывали ИК-спектр пропускания в области 400–4000 см⁻¹ (рисунок, а) путем запрессовывания образца в бромид калия.

ИК-спектр поглощения данного образца характеризуется широкой полосой ν (Ti = O) с максимумом 697 см⁻¹ и краем поглощения, равным 719 см⁻¹. Эта полоса перекрывается с полосой поглощения ν (Ti–O) = 1024–1030 см⁻¹. В спектре имеется полоса поглощения δ (H–O–H) = 1628, 1696 см⁻¹. В области спектра 1700–2500 см⁻¹ других полос не наблюдается. В спектре присутствует широкая полоса поглощения ν (O–H) с максимумом 3383 см⁻¹, которая заканчивается при ν (O–H) = 3700 см⁻¹. Интенсивность полосы поглощения ν (Ti = O) равна 88 %, а ν (O–H) – 43 %.

В то же время ИК-спектр пропускания диоксида титана, взятого у положительно заряженного электрода (образец S2, табл. 1), существенно отличается от предыдущих спектров (рисунок, б). Максимум полосы поглощения ν (Ti = O) = 532 см⁻¹, край этой полосы наблюдается при 710 см⁻¹ и практически совпадает с предыдущими спектрами. В области ν (Ti–O) с максимумом 1011 см⁻¹ присутствует полоса более интенсивного поглощения, и в области δ (H–O–H) наблюдается sdвоенная полоса 1627, 1680 см⁻¹. В диапазоне длин волн 1800–2500 см⁻¹ заметного поглощения не обнаружено. В то же время ν (O–H) с максимумом 3382 см⁻¹

заметно интенсивнее в сравнении с предыдущими спектрами: поглощение в этой полосе снижается при ν (O–H) = 3700 см⁻¹. Если интенсивность полосы ν (Ti = O) составляет 89,5 %, то ν (O–H) – 49,0 %.

Проба диоксида титана, обработанного в дистиллированной воде, отобранная вблизи отрицательно заряженного электрода (образец S3, табл. 1), после высушивания имеет сходный с образцом S1 ИК-спектр пропускания. Интенсивность полосы поглощения ν (Ti = O) также равна 88 %, а интенсивность ν (O–H) только 26 %.

Для сравнения структуры поверхности диоксида титана, обработанного постоянным электрическим полем в дистиллированной воде, образец TiO₂ подвергали обработке постоянным электрическим полем в среде 0,2 н раствора NaCl. Пробы образца отбирали аналогично: из середины межэлектродного пространства, вблизи положительно и отрицательно заряженных электродов (образцы S4, S5 и S6 соответственно, табл. 1).

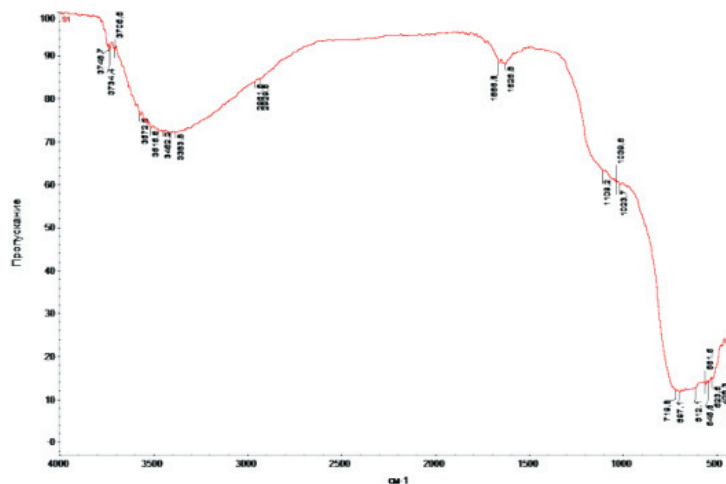
Максимум полосы поглощения ν (Ti = O) образца S4 равен 700 см⁻¹, край его полосы поглощения соответствует 710 см⁻¹. Широкая неразрешенная полоса в области 950–1200 см⁻¹ проявляется в виде перегиба. В спектре имеется полоса поглощения δ (H–O–H) с двумя максимумами: 1620 (интенсивнее) и 1680 см⁻¹. В области 1680–2600 см⁻¹ имеются слабые полосы поглощения. Широкая полоса ν (O–H) наблюдается в диапазоне 2600–3700 см⁻¹ с максимумом 3454 см⁻¹. Абсолютное значение интенсивности полос ν (Ti = O) составляет 77 %, а ν (O–H) – 35 %.

Диоксид титана, отобранный вблизи положительно заряженного электрода (образец S5, табл. 1), имеет полосу поглощения ν (Ti = O) = 656 см⁻¹ (максимум), край этой полосы равен 704 см⁻¹. Неразрешенная полоса ν (Ti–O) имеет ширину 970–1170 см⁻¹. Полоса поглощения δ (H–O–H) характеризуется тремя максимумами: 1627 (максимально), 1644 и 1660 см⁻¹. В диапазоне от 1880 до 2580 см⁻¹ также имеются слабые полосы поглощения. Широкая полоса ν (O–H) наблюдается в диапазоне 2600–3700 см⁻¹ с максимумом 3340 см⁻¹. Интенсивность полосы поглощения ν (Ti = O) равна 88 %, а полосы ν (O–H) равна 37 %.

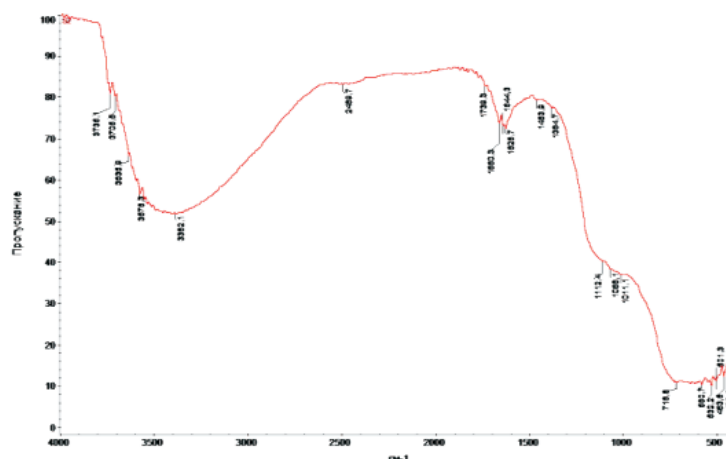
Расположенный у отрицательно заряженного электрода диоксид титана (образец S6, табл. 1) имеет значительные отличия от всех рассмотренных ранее образцов по характеристике спектра. Полоса поглощения ν (Ti = O) имеет максимум, равный 560 см⁻¹, с краем в области 732 см⁻¹. Неразрешенная

полоса ν (Ti–O) характеризуется большей шириной 940–1160 см^{-1} . Полоса поглощения δ (H–O–H) имеет два максимума: 1635 (большой) и 1650 см^{-1} . В диапазоне от 1870 до 2250 см^{-1} имеются слабые полосы по-

глощения. Широкая полоса δ (H–O–H) наблюдается в диапазоне 2600–3700 см^{-1} с максимумом 3450 см^{-1} . Интенсивность полосы поглощения ν (Ti = O) равна 82 %, а – ν (O–H) равна 37 %.



а



б

ИК-спектр пропускания образца TiO_2 из середины межэлектродного пространства, обработанного постоянным электрическим полем:

а – в дистиллированной воде; б – в растворе хлорида натрия

Таблица 1

Образцы диоксида титана, подвергнутые обработке ультразвуком и постоянным электрическим полем в среде различных электролитов

№ п/п	Обозначение образца	Среда обработки
1	Образец S0	Не подвергался обработке
2	Образец S1	Дистиллированная вода (межэлектродное пространство)
3	Образец S2	Дистиллированная вода (у положительно заряженного электрода)
4	Образец S3	Дистиллированная вода (у отрицательно заряженного электрода)
5	Образец S4	Раствор хлорида натрия (межэлектродное пространство)
6	Образец S5	Раствор хлорида натрия (у положительно заряженного электрода)
7	Образец S6	Раствор хлорида натрия (у отрицательно заряженного электрода)

Сорбционные свойства диоксида титана, обработанного постоянным электрическим полем в дистиллированной воде и растворе хлорида натрия, изучали на модельных растворах ионов двухвалентных металлов: Fe – 3,00 мг/л, Ni и Mn – 1,00 мг/л. В качестве образца сравнения использовали диоксид титана, который не подвергали дополнительной обработке (образец S0, табл. 1).

Сорбцию проводили в статических условиях, помещая по 0,2 г образцов диоксида титана (табл. 1) в 100 мл модельных растворов, приготовленных растворением точных навесок сульфатов никеля, железа и марганца. Контроль концентрации растворимых ионов железа (II), марганца (II) и никеля (II) после сорбции осуществляли с помощью стандартных методик фотоколориметрии [1, 2, 6]. Точность экспериментов обеспечивали построением калибровочных графиков и статистической обработкой полученных данных с вероятностью $P = 0,95$: для железа – в диапазоне концентраций от 0,01 до 3,00 мг/л, для марганца и никеля – от 0,005 до 1,000 мг/л.

Результаты определения концентрации растворимых ионов металлов в модельных

растворах после сорбции диоксидом титана (образец S0) и образцами, полученными обработкой TiO_2 постоянным электрическим полем в дистиллированной воде (образцы S1, S2, S3) и растворе хлорида натрия (образцы S4, S5, S6), приведены в таблицах: 2 – ионов железа, 3 – марганца, 4 – никеля.

Согласно данным таблиц 2–4, установлено, что воздействие постоянного электрического поля на реактив диоксида титана заметно влияет на его сорбционные свойства. Образцы диоксида титана, находящиеся вблизи положительно заряженного электрода, в большей степени снижают концентрацию ионов железа, марганца и никеля по сравнению с образцами, находившимися у отрицательно заряженного электрода.

Максимальное снижение концентрации примесей железа наблюдалось для образца S4: с 3,00 до 0,54 мг/л, минимальное – для образца S3 – до 1,73 мг/л (табл. 2).

Примеси ионов марганца и никеля эффективнее снижал образец S1 с 1,00 до 0,19 и 0,20 мг/л соответственно, а минимально – образец S0: до 0,53 для ионов марганца и до 0,50 мг/л для ионов никеля (табл. 3–4).

Таблица 2

Содержание примесей ионов железа после их сорбции образцами диоксида титана, полученного обработкой постоянным электрическим полем

Образцы сорбента		TiO_2 в H_2O			TiO_2 в NaCl			TiO_2
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S0
Введено ионов железа (II), мг/л		3,00 мг/л	3,00 мг/л	3,00 мг/л	3,00 мг/л	3,00 мг/л	3,00 мг/л	3,00 мг/л
Найдено, мг/л	20 мин	2,27	2,40	2,42	2,45	2,67	2,52	2,02
	60 мин	2,06	2,15	2,10	1,76	1,73	1,81	1,90
	24 ч	1,43	1,64	1,73	0,54	0,77	0,75	0,94

Таблица 3

Содержание примесей ионов марганца после их сорбции образцами диоксида титана, полученного обработкой постоянным электрическим полем

Образцы сорбента		TiO_2 в H_2O			TiO_2 в NaCl			TiO_2
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S0
Введено ионов марганца (II), мг/л		1,00 мг/л	1,00 мг/л	1,00 мг/л	1,00 мг/л	1,00 мг/л	1,00 мг/л	1,00 мг/л
Найдено, мг/л	20 мин	0,31	0,35	0,33	0,31	0,38	0,40	0,56
	60 мин	0,27	0,32	0,30	0,21	0,34	0,36	0,53
	24 ч	0,19	0,24	0,22	0,25	0,34	0,35	0,53

Таким образом, снижение концентрации растворимых примесей ионов железа, марганца и никеля после их сорбции с использованием исходного диоксида титана и образцов, прошедших обработку постоянным электрическим полем в дистиллированной воде и растворе хлорида

натрия в среднем составило: для необработанного TiO_2 (S0) – в 2,4 раза; для обработанных в дистиллированной воде: S1 – в 4,1; S2 – 3,5; S3 – 3,4 раз; для диоксида титана, обработанного в растворе хлорида натрия: S4 – в 4,7; S5 – 3,5 S6 – 3,4 раза.

Таблица 4

Содержание примесей ионов никеля после их сорбции образцами диоксида титана, полученного обработкой постоянным электрическим полем

Образцы сорбента		TiO ₂ в H ₂ O			TiO ₂ в NaCl			TiO ₂
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S0
Введено ионов никеля (II), мг/л		1,00 мг/л	1,00 мг/л	1,00 мг/л	1,00 мг/л	1,00 мг/л	1,00 мг/л	1,00 мг/л
Найдено, мг/л	20 мин	0,41	0,45	0,46	0,39	0,41	0,44	0,61
	60 мин	0,43	0,43	0,42	0,37	0,39	0,40	0,56
	24 ч	0,20	0,22	0,25	0,22	0,28	0,30	0,50

Лучшие результаты по очистке воды от растворимых примесей железа (II) получены с использованием в качестве сорбента необработанного постоянным электрическим полем и раствором электролита диоксида титана (время контакта – 20 мин). Через 60 мин сорбции концентрация ионов железа (II) максимально снизилась с 3,00 до 1,73 мг/л, с использованием образца S5 (табл. 1) но уже через 24 часа лучшие результаты были получены с использованием образца S4 (табл. 1).

Изучение процесса сорбции ионов марганца (II) показало, что через 20 мин сорбции лучшие результаты получены для образцов S1 и S4: концентрация примеси снизилась от 1,00 до 0,31 мг/л. Через час сорбции максимальное снижение концентрации примесей зафиксировано для образца S4: концентрация снизилась до 0,21 мг/л. При увеличении времени сорбции до 24 часов на образце S1 установлено максимальное снижение концентрации примеси до 0,19 мг/л.

Концентрация растворимых примесей ионов никеля (II) через 20 мин сорбции на образце S4 максимально снизилась с 1,00 до 0,39 мг/л, и через 60 мин сорбции максимальное снижение примеси наблюдалось на этом же образце – 0,37 мг/л, то есть максимальная сорбция происходила на диоксиде титана, обработанном в растворе хлорида натрия. Через 24 часа сорбции концентрация примесей снизилась максимально в присутствии образца S1 (до 0,20 мг/л).

Обработка постоянным электрическим полем приводит к поляризации частиц TiO₂ и функциональных групп на их поверхности. В результате действия электрического поля частицы диоксида титана разделяются на фракции, которые проявляют различные сорбционные свойства по отношению к растворимым примесям катионов железа, марганца и никеля. Действие постоянного электрического поля приводит к перераспределению концентрации функциональных групп на поверхности диоксида титана.

Выводы

1. Обработка диоксида титана, полученного гидролизом TiCl₄, постоянным электрическим полем приводит к его разделению на фракции, отличающиеся сорбционной активностью по отношению к растворимым примесям ионов железа (II), марганца (II) и никеля (II), что связано с изменением содержания определенных функциональных групп на поверхности диоксида титана.

2. В средах, не смещающих ионное равновесие H⁺–OH[–], лучшие результаты по сорбции ионов железа (II) получены на образце диоксида титана, обработанного постоянным электрическим полем в среде раствора хлорида натрия и взятого из межэлектродного пространства (S4): концентрация снизилась с 3,00 до 0,54 мг/л (в 5,6 раз).

3. Ионы марганца (II) лучше сорбировались образцом диоксида титана, подвергнутого воздействию постоянного электрического поля в среде дистиллированной воды и взятого также из межэлектродного пространства (S1): снизил концентрацию с 1,00 до 0,19 мг/л (в 5,3 раза).

4. Образец диоксида титана, обработанный постоянным электрическим полем в дистиллированной воде и взятый в середине межэлектродного пространства (S1), привел к максимальному снижению концентрации ионов никеля (II): с 1,00 до 0,20 мг/л (в 5 раз).

Список литературы

1. ГОСТ 4011-72. Вода питьевая. Методы измерения массовой концентрации общего железа.
2. ГОСТ 4974-72. Вода питьевая. Методы определения содержания марганца.
3. Кульский Л.А. Теоретические основы и технология кондиционирования воды. – Киев: Наукова думка, 1983. – 560 с.
4. Мамченко А.В. Исследование эффективности коагулянтов на основе титана при очистке воды // Химия и технология воды. – 2010. – Т. 32, № 3. – С. 309–323.
5. Накамото К. ИК-спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений: пер. с англ. – М.: Мир, 1991. – 536 с.

6. РД 52.24.494-95. Методические указания. Фотометрическое определение никеля с диметилглиоксимом в поверхностных водах суши.

7. Смирнова В.В. Влияние структуры, свойств и обработки поверхности на сорбционную активность диоксида титана // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 5. – С. 1–7. – URL: www.science-education.ru/105-6958 (дата обращения: 13.05.2013).

8. Смирнова В.В., Ильин А.П., Назаренко О.Б. Термическая устойчивость поверхностных соединений диоксида титана после обработки в среде различных электролитов // Огнеупоры и техническая керамика. – 2013. – № 1–2. – С. 33–38.

9. Стремиллова Н.Н., Викторовский И.В., Зигель В.В. Концентрирование примесей при изучении природных водных объектов // Журнал общей химии РАН. – 2001. – Т. 71 (133), вып. 1. – С. 21–24.

6. RD 52.24.494-95. Metodicheskie ukazaniya. Fotometricheskoe opredelenie nikelja s dimetilglioksimom v poverhnostnyh vodah sushi.

7. Smirnova V.V. Vlijanie struktury, svojstv i obrabotki poverhnosti na sorbcionnuju aktivnost' dioksida titana // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2012. no. 5. pp. 1–7. URL: www.science-education.ru/105-6958 (data obrashhenija: 13.05.2013).

8. Smirnova V.V., Il'in A.P., Nazarenko O.B. Termicheskaja ustojchivost' poverhnostnyh soedinenij dioksida titana posle obrabotki v srede razlichnyh jelektrolitov // Ogneupory i tehničeskaja keramika. 2013. no. 1–2. pp. 33–38.

9. Stremilova N.N., Viktorovskij I.V., Zigel' V.V. Koncentrirovanie primesej pri izuchenii prirodnyh vodnyh obektov // Zhurnal obshhej himii RAN. 2001. T. 71 (133), v. 1. pp. 21–24.

References

1. Gosudarstvennyj standart Rossijskoj federacii 4011-72. Voda pit'evaja. Metody izmerenija massovoj koncentracii obshhego zheleza.

2. Gosudarstvennyj standart Rossijskoj federacii 4974-72. Voda pit'evaja. Metody opredelenija soderzhanija marganca.

3. Kul'skij L.A. Teoreticheskie osnovy i tehnologija kondicionirovanija vody. – Kiev: Naukova dumka, 1983. 560 p.

4. Mamchenko A.V. Issledovanie jeffektivnosti koagulyantov na osnove titana pri ochistke vody // Himija i tehnologija vody. 2010. T. 32, no. 3. pp. 309–323.

5. Nakamoto K. IK-spektry i spektry KR neorganicheskikh i koordinacionnyh soedinenij: Per. s angl. M.: Mir, 1991. 536 p.

Рецензенты:

Козик В.В., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой неорганической химии, ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский государственный университет», г. Томск;

Верещагин В.И., д.т.н., профессор кафедры технологии силикатов и наноматериалов, ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск.

Работа поступила в редакцию 27.05.2013.

УДК 666.965.2

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В СИСТЕМЕ $\text{CaO-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$ В ПРИСУТСТВИИ НЕКОТОРЫХ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ МИНЕРАЛОВ

Шаповалов Н.А., Бушуева Н.П., Панова О.А.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,
Белгород, e-mail: px_2011@list.ru

Для использования вскрышных пород железорудных месторождений и отходов ГОКов, содержащих сульфидные минералы, в производстве силикатных материалов необходимо исследовать возможность процессов окисления, гидратации, взаимодействия их в смеси $\text{CaO-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$. Метаморфические сланцы – это скальные вскрышные породы, включающие сульфидсодержащие минералы: пирит, марказит, халькопирит, при окислении которых образуется Fe_2O_3 . В отходах ГОКов присутствуют оксиды железа в различном валентном состоянии. Установлено, что участие пирита в процессах твердения в силикатных смесях определяется значением окислительного потенциала системы; взаимодействие идет только по поверхности зерна с образованием гидроферрита кальция $3\text{CaO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$. Появление в результате окисления пирита FeS_2 сульфат ионов SO_4^{2-} ускоряет растворение гидроксида кальция в гидротермальных условиях, способствует образованию гидросиликатов кальция. Все это в совокупности приведет к улучшению качества силикатных изделий.

Ключевые слова: железосодержащие минералы, пирит, сульфид железа, окисление, взаимодействие, известь, силикатные смеси, гидротермальные условия

FEATURES OF PROCESSES OF INTERACTION IN SYSTEM $\text{CaO-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$ IN THE PRESENCE OF SOME FERRIFEROUS MINERALS

Shapovalov N.A. Bushueva N.P., Panova O.A.

The Belgorod state technological university of V.G. Shukhov, Belgorod, e-mail: px_2011@list.ru

For use of overburden breeds of iron ore fields and waste MCC containing sulphidic minerals, in production of silicate materials it is necessary to investigate possibility of processes of oxidation, hydration, their interaction in a mix of $\text{CaO-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$. Metamorphic slates are rocky overburden breeds contain sulfidoderzhachy minerals: pyrites, marcasite, chalcopyrite at which oxidation Fe_2O_3 is formed. In waste MMC there are iron oxides at a various valent condition. It is established, participation of pyrites in curing processes in silicate mixes is defined by value of oxidizing capacity of system; interaction goes only on a grain surface with formation of hydroferrite of $3\text{CaO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$. Emergence as a result of FeS_2 pyrites oxidation sulfate of ions SO_4^{2-} accelerates dissolution of hydroxide of calcium in hydrothermal conditions, promotes formation of hydrosilicates of calcium. All this in aggregate will lead to improvement of quality of silicate products.

Keywords: ferriferous minerals, pyrites, iron sulfide, oxidation, interaction, lime, silicate mixes, hydrothermal conditions

Использование отходов ГОКов при производстве обжиговых вяжущих [8, 1], изделий автоклавного твердения [3] невозможно без исследования влияния входящих в состав минералов на процессы твердения известково-кварцевой смеси. Поэтому необходимо изучить поведение некоторых железосодержащих сульфидов в гидротермальных условиях, оценить энергетическую возможность протекания реакций окисления, гидратации, взаимодействия, определить, какие в результате этих процессов возникают новообразования и как все это в совокупности скажется на качестве получаемых изделий.

Отсев дробления метаморфических сланцев ГОКов, кроме кварца, слоистых алюмосиликатов содержит сульфиды железа в количестве до 10% (пирит, марказит, халькопирит) [3]. Хвосты мокрой магнитной сепарации железной руды, которые складываются в отвалы, также содержат кварц, некоторое количество биотита (до 10–15%), гематита $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$. Поведение

железосодержащих минералов, особенно сульфидов в силикатных смесях, носит спорный характер.

По данным [2], пирит и марказит относится к минералам, химически неустойчивым к воздействию атмосферы и поровой жидкости цементного камня, способным к окислению и гидратации. На основании диаграмм Eh-pH системы $\text{FeS}_2\text{-H}_2\text{O}$ определена термодинамическая устойчивость пирита в жидкой фазе твердеющего цемента [7].

При температуре 20°C после семисуточного пребывания пирита в воде не наблюдается изменения pH-жидкой фазы, по результатам химического анализа в растворе отсутствуют ионы SO_4^{2-} и железа. Микроскопические исследования и рентгенофазовый анализ свидетельствуют об отсутствии процессов окисления пирита.

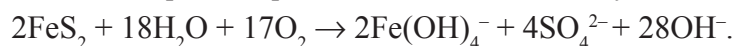
При повышении температуры раствора до 100°C при атмосферном давлении наблюдается слабое окисление пирита на поверхности зерен, а при исследовании жидкой фазы тонкоизмельченного пирита

pH среды уменьшается до 4,498, количество SO_4^{2-} в растворе составляет 12,3% в пересчете на SO_3 от общего содержания серы в исходном FeS_2 .

В условиях гидротермальной обработки при температуре 200°C и давлении насыщенного пара 1,6 МПа процесс окисления пирита ускоряется, зерна минерала покрываются оксидной пленкой Fe_2O_3 . С увеличением количества продуктов окисления, покрывающих зерна исходных минералов, процесс

значительно замедляется. В случае мелкодисперсного пирита pH-среды составляет 4,49, количество SO_4^{2-} в жидкой фазе составляет 16,3% в пересчете на SO_3 , а Fe^{3+} – 5,07% от содержания железа в исходном пирите.

При использовании концентрированного раствора перекиси водорода наблюдается интенсивное взаимодействие его с FeS_2 , которое сопровождается интенсивным выделением тепла. Процесс окисления протекает по механизму:



С увеличением степени несовершенства структуры и дисперсности пирита интенсивность и степень окисления возрастает.

Основу структуры пирита составляет кубическая решетка. Каждый ион двухвалентного железа окружен шестью спаренными ионами $[\text{S}_2]^{2-}$ [5]. Спектр пирита представляет собой одинарный симметричный квадрупольный дублет. Мессбауэровские

спектры пирита, прошедшего гидротермальную обработку при температуре 100 и 200°C (рис. 1), обнаруживают асимметрию, обусловленную тем, что наблюдается заметное уширение левой компоненты в верхней части, кроме того, существует и интегральная асимметрия: отношение интенсивностей левой и правой компонент равно $0,11 \pm 0,05$.

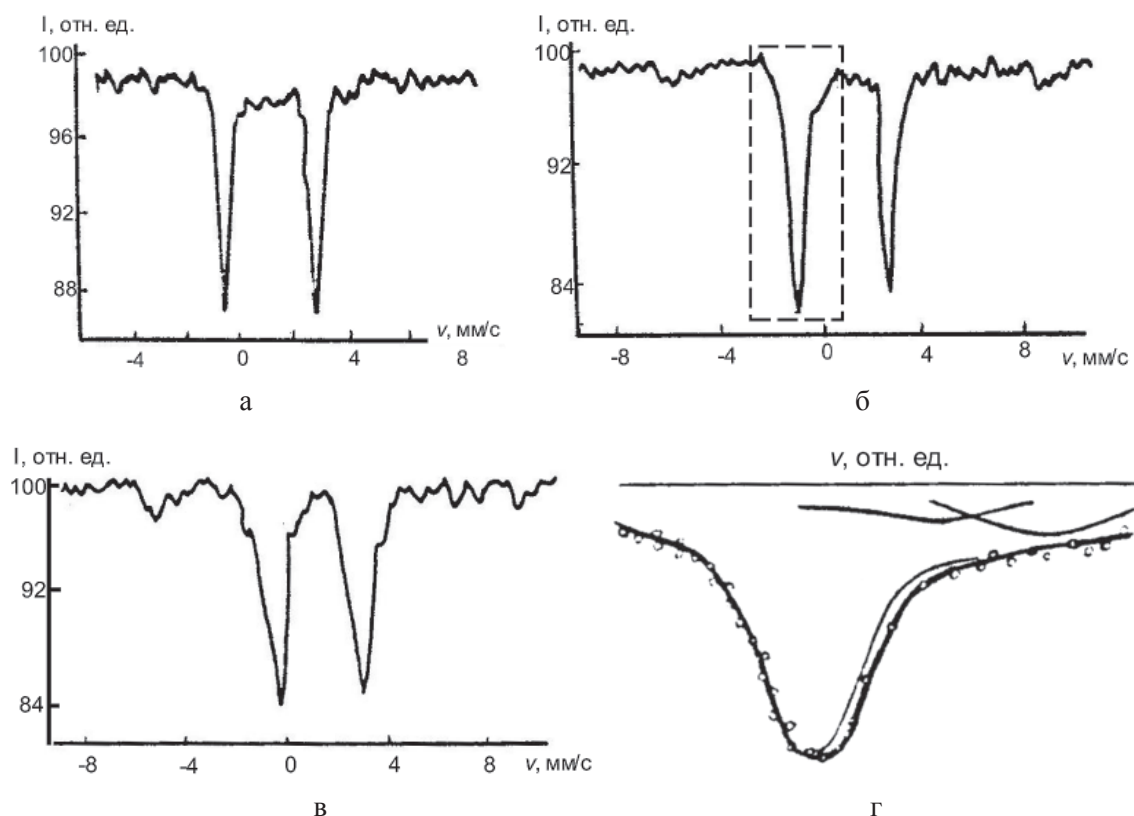


Рис. 1. Мессбауэровские спектры поглощения природного (а), пропаренного (б) и после гидротермальной обработки (в) пирита и разложение участка спектра, заключенного в прямоугольник, на компоненты (г)

Математическая обработка спектров, проведенная на ПК, показала, что эти спектры можно представить в виде суперпози-

ции двух дублетов, параметры одного из которых соответствуют ионам Fe^{2+} , параметры другого – ионам Fe^{3+} (табл. 1).

Таблица 1

Параметры спектров ЯГР (мм/с)

Номер образца	Температура обработки, °C	Γ_1	Γ_2	ϵ_1	ϵ_2	δ_1^*	δ_2
1	20	0,41	0,41	2,70	—	1,45	—
2	100	0,33	0,41	2,95	0,25	1,50	0,60
3	200	0,33	0,41	2,95	0,33	1,45	0,56

Примечание. * – значения химического сдвига приведены относительно нитропрусида натрия

Содержание Fe^{3+} , определенное по данным ЯГР-спектроскопии и расчета (табл. 2), хорошо согласуются между собой – в среднем различие составляет 0,3 %. В то время как химический анализ дает величину Fe^{3+} , завышенную примерно на 1,5 %. Неточность химического анализа связана с трудностями определения трехвалентного железа в присутствии Fe^{2+} .

Таблица 2

Содержание трехвалентного железа по данным ЯГР-спектроскопии ($\text{Fe}^{3+}_{\text{ЯГР}}$), химического анализа ($\text{Fe}^{3+}_{\text{х.а.}}$) и расчета по математической модели ($\text{Fe}^{3+}_{\text{расч.}}$)

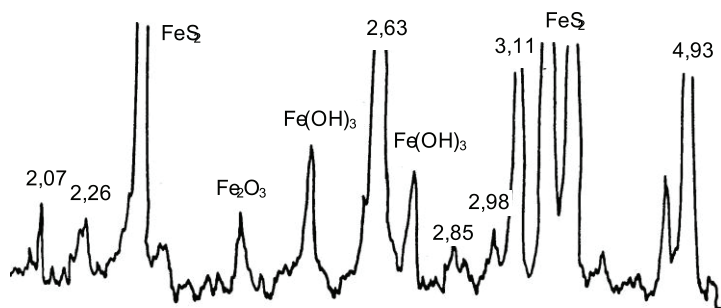
Номер образца	$\text{Fe}^{3+}_{\text{ЯГР}}$	$\text{Fe}^{3+}_{\text{х.а.}}$	$\text{Fe}^{3+}_{\text{расч.}}$
2	0,67	0,70	2,3
3	4,20	3,90	5,1

Анализ ЯГР-спектров проб пирита показал, что спектр пирита представляет со-

бой симметричный квадрупольный дублет. После гидротермальной обработки пирита обнаружено отклонение от симметрии дублета, он становится асимметричным, что вызвано наличием ионов Fe^{3+} .

При исследовании поведения пирита в смеси с известью в гидротермальных условиях определено для молекулярного соотношения $\text{CaO}:\text{FeS}_2 \leq 2$ после 12 часов выдержки образуются ангидрит, гематит, гидроксид железа. Однако степень окисления мелкодисперсного пирита мала и составляет ~ 27 %.

С целью ускорения процессов окисления и взаимодействия и выявления возможных продуктов реакции в смесь вводили в качестве интенсификатора перекись водорода [6]. После 24 часов гидротермального твердения по результатам рентгенофазового, проведенного при использовании Фанткатода (рис. 2) и дифференциально-термического анализа (рис. 3) обнаружены кристаллы гидроферрита C_3FH_6 .

Рис. 2. Рентгенограмма пирита, автоклавируемого в смеси $\text{Ca}(\text{OH})_2\text{-FeS}_2$

Дифракционные максимумы 2,98; 2,26 Å и эндотермические эффекты (–) 120, (–) 185, (–) 330 °C свидетельствуют о наличии высокосульфатной формы гидросульфферрита кальция $3\text{CaO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3\cdot 3\text{CaSO}_4\cdot 32\text{H}_2\text{O}$, который по своим морфологическим и структурным свойствам аналогичен эттрингиту – сульфоалюминату кальция и при температурах 150–200 °C является неустойчивым соединением [9].

По результатам химического анализа (табл. 3), исходя из расчета по количеству прореагировавших исходных компонентов, новообразования имеют состав $x\text{CaO}\cdot y\text{Fe}_2\text{O}_3\cdot z\text{CaSO}_4\cdot n\text{H}_2\text{O}$ близкого к высокосульфатной форме гидросульфферрита кальция.

Смеси 1-1 и 2-1 автоклавируют по режиму – 2-12-2; смеси 1-2 и 1*-2 – 2-24-2.

Таблица 3

Результаты химического анализа смеси $\text{CaO-FeS}_2\text{-H}_2\text{O}$
после гидротермальной обработки при температуре 175°C

Номер смеси	Содержание Ca(OH)_2 , %		Содержание FeS_2 , %		п.п.п., %	Расчетная формула новообразований $x\text{CaO}\cdot y\text{Fe}_2\text{O}_3\cdot z\text{CaSO}_4\cdot n\text{H}_2\text{O}$
	исх.	после автоклав.	исх.	после автоклав.		
1-1	55,16	35,74	44,84	32,70	33,29	$3,37\text{CaO}\cdot 8,1\text{Fe}_2\text{O}_3\cdot 27,1\text{CaSO}_4\cdot n\text{H}_2\text{O}$
2-1	68,25	40,53	31,75	11,95	47,52	$2,5\text{CaO}\cdot 13,2\text{Fe}_2\text{O}_3\cdot 44,9\text{CaSO}_4\cdot n\text{H}_2\text{O}$
1-2	55,16	34,85	44,84	32,68	34,02	$4,1\text{CaO}\cdot 8,15\text{Fe}_2\text{O}_3\cdot 27,4\text{CaSO}_4\cdot n\text{H}_2\text{O}$
1*-2	55,16	7,26	44,84	38,45	38,45	$24,51\text{CaO}\cdot 8,34\text{Fe}_2\text{O}_3\cdot 28,52\text{CaSO}_4\cdot n\text{H}_2\text{O}$

Примечание. * – использование окислителя.

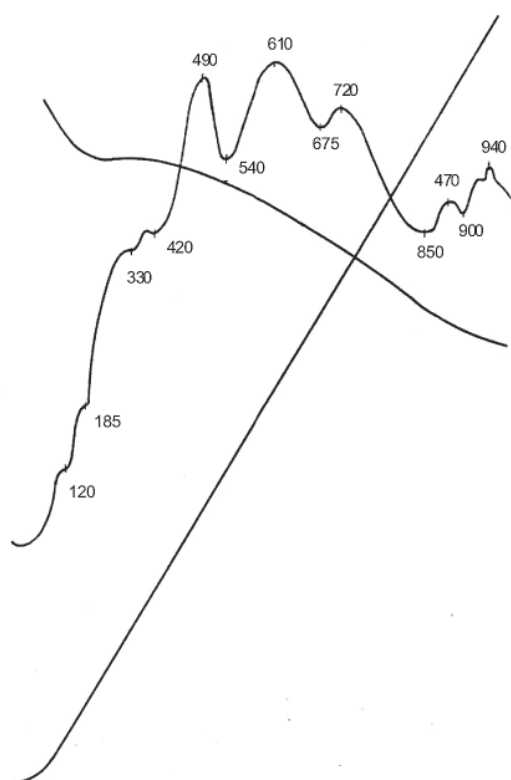


Рис. 3. Термограмма автоклавированной смеси $\text{Ca(OH)}_2\text{-FeS}_2$ (2-24-2)

Следовательно, при окислении пирита образуются ионы SO_4^{2-} и Fe^{3+} , в присутствии которых (в гидротермальных условиях) ускоряется процесс растворения Ca(OH)_2 и образование гидроферритов и гидросульфферритов кальция.

Исследование поведения пирита в известково-кварцевой смеси проводили в образцах силикатного вяжущего состава $\text{CaO:SiO}_2 = 1$, изготовленных с введением различного количества порошкообразного (частицы менее 0,08 мм) либо зернистого пирита (частицы размером 1–3 мм), а также их смеси при определенном соотношении.

Введение пирита ограничивали количеством не более 10%.

Анализ полученных данных (табл. 4) показывает, что с увеличением размера зерен пирита прочность силикатного вяжущего снижается, а увеличение содержания порошка до 5% приводит к ее повышению. Однако при введении пирита в количестве 7–10% от массы вяжущего прочность образцов понижается, но абсолютное ее значение близко по значению к прочности вяжущего без добавки.

Добавка пирита способствует появлению сульфат ионов SO_4^{2-} в жидкой фазе, что ускоряет процесс растворения гидроксида кальция Ca(OH)_2 , а тем самым его взаимодействие с кремнекислотой и образование гидросиликатов кальция. После 4-х часов изотермической выдержки появляется CSH (I), переходящий при длительном автоклавировании в тоберморит. Количество CSH (I) и тоберморита в образцах заметно повышается уже при 1%-ной добавке пирита. При содержании пирита 7–10% в образцах после 12 часов автоклавирования обнаруживается безводный ангидрит CaSO_4 , возможно способствует увеличению доли непрореагировавшего кварца в смеси. В данном случае возможно изоморфное замещение кремнекислородных тетраэдров на сульфат ионы в решетке гидросиликата кальция [4].

Микроскопический анализ автоклавированной смеси $\text{CaO-SiO}_2\text{-FeS}_2\text{-H}_2\text{O}$ [6] свидетельствует о том, что основная часть пирита ($n = 6,22$) сохраняет свою структуру. Окисление возможно только на поверхности зерна. На отдельных участках (увеличение $\times 288$) видны волокнистые скопления ($n = 1,53\text{--}1,54$), что можно отнести к низкоосновному гидросиликату CSH (I). На границе частиц пирита с известково-кварцевым вяжущим встречаются кристаллы Fe_2O_3 , Fe(OH)_3 и очень редко C_3FH_6 . Новообразований состава $\text{C}_3\text{FCS}_3\text{H}_{32}$ не обнаружено.

Таблица 4

Свойства известково-кварцевого вяжущего автоклавного твердения с добавкой пирита

Добавка пирита, %		Содержание Ca(OH) ₂ своб., %	Нерастворим. остаток, %	п.п.п., %	Прочность при сжатии, МПа
менее 0,08 мм	частицы 1–3 мм				
1	2	3	4	5	6
–	–	1,90	8,65	10,86	48,5
1	–	1,48	8,50	11,45	50,8
3	–	1,23	8,21	9,48	53,6
5	–	1,10	7,67	8,95	54,7
7	–	1,03	7,60	8,80	52,0
10	–	1,00	7,45	9,51	44,3
–	1	1,95	9,60	11,30	43,0
–	3	1,98	10,1	12,72	40,3
–	5	2,50	10,5	12,50	39,6
–	7	3,30	11,0	11,93	37,9
–	10	4,50	15,4	11,57	37,5
1	3	2,33	9,15	12,45	44,6
4	1	0,80	8,12	10,40	54,5

Следовательно, возможность процесса взаимодействия пирита в силикатных смесях определяется окислительным потенциалом системы. Окисление пирита может привести к улучшению свойств силикатных изделий. Взаимодействие идет по поверхности зерна, фазовый состав новообразований зоны контакта – кальциевые гидраты C_3FH_6 , возможно образование гидроксида и оксида железа.

Список литературы

1. А.с. СССР № 1655946. Бушуева Н.П., Воробьев Х.С., Соколовский В.А., Кудеярова Н.П. Вяжущее для изготовления изделий автоклавного твердения. – 1991. Бюл. № 22.
2. Бабушкин В.И., Коломацкий А.С., Толстой А.Д. Процессы взаимодействия пирита заполнителей с твердеющим цементом // Коррозия и первичная защита бетона: тез. докл. конф. – М., 1983. – С. 61–62.
3. Бушуева Н.П., Воробьев Х.С., Кудеярова Н.П. О возможности использования метаморфических сланцев КМА в производстве силикатного кирпича // Строительные материалы. – 1986. – № 11. С. 14–16.
4. Бушуева Н.П., Кудеярова Н.П., Нестерова Л.Л. Микроскопические исследования твердения при введении пирита // Энергосберегающая технология строительных материалов: сб. тр. БТИСМ. – Белгород, 1988. – С. 41–42.
5. Киселев М.Ю. Механизм и кинетика растворения пирита методом электрохимической хлоринации // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2010. – № 4. – С. 101–104.
6. Соболев А.Е. Кинетика взаимодействия пирита с пероксидом водорода // Химия и хим. технология: VIII Региональные Каргипские чтения. Областная научно-техническая конференция молодых ученых. – Тверь, 2001. – С. 38.
7. Чаманский К. Растворимость сульфидов в водных растворах // Проблемы эндогенных месторождений. – М.: Недра, 1960. – Вып. 1. – С. 59–80.
8. Шаповалов Н.А., Бушуева Н.П., Панова О.А. Влияние железосодержащих минералов на процесс образования двухкальцевого силиката / Н.А. Шаповалов, Н.П. Бушуева, О.А. Панова // Технические науки – от теории к практике: материалы XXI международной заочной научно-практической конференции. (15 мая 2013 г.). – Новосибирск: Изд. «СибАК», 2013. – С. 146–152.
9. Шауман Э. Внедрение сульфат-ионов в кристаллическую решетку 11Å тоберморита // 6 Международный конгресс по химии цемента. – М.: Стройиздат, 1976. – Т. 2. – Кн. 1. – С. 220–223.

References

1. C.с. SSSR № 1655946. Bushueva N.P., Vorob'ev Kh.S., Sokolovskiy V.A., Kudeyarova N.P. Vyazhushchee dlya izgotov-

tolvaniya izdeliy avtoklavnoy tverdeniya // 1991. Byul. no. 22.

2. Babushkin V.I., Kolomatskiy A.S., Tolstoy A.D. Protessy vzaimodeystviya pirita zapolniteley s tverdeyushchim tsementom / V.I. Babushkin, A.S. Kolomatskiy, A.D. Tolstoy // Tez. dokl. kohf. «Korroziya i pervichnaya zaschita betona». M., 1983. pp. 61–62.

3. Bushueva N.P., Vorob'ev Kh.S., Kudeyarova N.P. O vozmozhnosti ispolzovaniya metamorficheskikh slantsev KMA v proizvodstve silikatnogo kirpicha / N.P. Bushueva, Kh.S. Vorob'ev, N.P. Kudeyarova // Stroitelnye materialy. 1986. no. 11. pp. 14–16.

4. Bushueva N.P., Kudeyarova N.P., Nesterova L.L. Mikroskopicheskie issledovaniya tverdeniya pri vvedenii pirita / N.P. Bushueva, N.P. Kudeyarova, L.L. Nesterova // Sb. tr. BTISM «Energoberegayushchaya tehnologiya stroitelnykh materialov». Belgorod, 1988. pp. 41–42.

5. Kiselev M.Yu. Mekhanizm i kinetika rastvoreniya pirita metodom elektrokhimicheskoy khlorinatsii // Izvestiya vysshykh uchebnykh zavedeniy. Gornyy zhurnal. 2010. no. 4. pp. 101–104.

6. Sobolev A.E. Kinetika vzaimodeystviya pirita s peroksidom vodoroda // VIII Regionalnye Kargipkie chteniya. Oblastnaya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya molodykh uchenykh «Khimiya i khim. tekhnologiya». Tver', 2001. pp. 38.

7. Chamanskiy K. Rastvorimost sulfidov v vodnykh rastvorakh // V kn.: Problemy endogennykh mestorozhdeniy. M.: Nedra, 1960. Vyp. 1. pp. 59–80.

8. Shapovalov N.A., Bushueva N.P., Panova O.A. Vliyaniye zhelezosoderzhashchikh mineralov na protsess obrazovaniya dvukhkaltsievogo silikata / N.A. Shapovalov, N.P. Bushueva, O.A. Panova // «Tekhnicheskie nauki – ot teorii k praktike»: materialy XXI mezhdunarodnoy zaочноy nauchno-prakticheskoy konferentsii. (15 maya 2013 g.). Novosibirsk: Izd. «SibAK», 2013. pp. 146–152.

9. Shauman T. Vnedrenie sulfat-ionov v kristallicheskuyu reshetku 11Å tobermorita // V kn.: 6 Mezhdunarodnyy kongress po khimii tsementa. M.: Stroyizdat, 1976. T. 2. Kn. 1. pp. 220–223

Рецензенты:

Везенцев А.И., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой общей химии Национального исследовательского университета «БелГУ», г. Белгород;

Немец И.И., д.т.н., профессор кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова, г. Белгород.

Работа поступила в редакцию 03.06.2013.

УДК 544.45

НОВЫЙ МЕХАНИЗМ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ХИМИЧЕСКОГО СВЯЗЫВАНИЯ АЗОТА ВОЗДУХА

Ильин А.П., Роот Л.О.

ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»,
Томск, e-mail: tolbanova@mail.ru

Установлено, что при высокотемпературном горении в воздухе порошкообразных металлов, бора и кремния, смесей порошка алюминия с простыми веществами, оксидами и солями образуются нитриды в качестве самостоятельных кристаллических фаз. На основании результатов дифференциального термического анализа нанопорошка алюминия в различных газовых средах сделано предположение, что формирование нитридов связано со снижением активности кислорода воздуха за счет действия собственного излучения горящего порошка, переводящего фотохимически триплетный кислород в валентно-неактивное синглетное состояние. Следствием этих процессов и является образование нитридов металлов, бора и кремния, содержание которых в продуктах сгорания составляет 40–80 мас. %. Установленные закономерности высокотемпературного химического связывания азота в присутствии кислорода коренным образом изменяют существующие представления о реакционной способности веществ и могут быть отнесены к ранее неизвестному явлению.

Ключевые слова: порошкообразные материалы, азот, кислород, реакционная способность, высокотемпературное горение, излучение, продукты сгорания, нитрид

THE NEW MECHANISM OF HIGH-TEMPERATURE CHEMICAL BONDING OF AIR NITROGEN

Ilin A.P., Root L.O.

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

It was founded that at high-temperature burning in air of powdered metals, boron and silicon, as well as mixes of aluminum powder with simple substances, oxides and salts, independent crystal phases of nitrides are formed. On the basis of the results of differential thermal analysis of aluminum nanopowder in various gas media the assumption was made that formation of nitrides is possible due to decrease of air oxygen activity. It happens as the result of the burning powder radiation, that photochemically transform triplet oxygen into a valent inactive singlet state. The consequence of these processes is the formation of metals, boron and silicon nitrides which content in combustion products reaches 40–80 wt. %. The determined regularities of high-temperature chemical binding of nitrogen in the presence of oxygen fundamentally change the existing understanding of substances reactivity and can be referred to the previously unknown phenomenon.

Keywords: powdered materials, nitrogen, oxygen, reactivity, high-temperature combustion, radiation, combustion products, nitride

Ранее [4] предполагалось, что высокотемпературное химическое связывание азота воздуха происходит через стадию образования летучих субоксидов, которые при высокой температуре (2200–2400 °C) взаимодействуют с азотом воздуха, образуя нитрид в газовой фазе. Оказалось, что имеются экспериментальные результаты, которые в рамках предложенного механизма не находят объяснения. Нелинейные колебательные процессы повышения–понижения скорости окисления нанопорошков (НП) в воздухе [6], светимости и тепловыделения объяснялись чередованием экзотермических и эндотермических реакций, но причину возникновения этих колебаний на основе известного механизма не удалось объяснить. Анализ промежуточных продуктов горения металлов в воздухе показал, что в процессе горения и образования кристаллических фаз нитридов идет преимущественное связывание азота в локальном объеме в течение определенного времени [5]. Вероятность синтеза тугоплавких ни-

тридов (TiN, ZrN, HfN, NbN, Ta₂N) через образование летучих субоксидов очень мала: для образования требуется температура выше наблюдаемой экспериментально (более 1600 °C, но менее 2400 °C). Таким образом, экспериментально были созданы предпосылки для обоснования нового механизма химического связывания азота в присутствии кислорода.

Целью настоящей работы являлось физико-химическое обоснование высокотемпературного химического связывания азота при горении нанопорошков металлов и их смесей в воздухе на основании исследования реакционной способности азота и кислорода при высоких температурах.

Для достижения цели в работе использовали метод дифференциального термического анализа (ДТА), в котором нагрев образцов НП алюминия происходит до начала его реакции и последующего саморазогрева за счет тепла химической реакции. В этом случае использовали модельные смеси газов: аргон + кислород (18 об. %), азот + кис-

лород (18 об. %) и чистый азот. Смеси газов готовили путем добавления газа из баллона с более высоким давлением в баллон с более низким давлением. Расчет проводили по уравнению Менделеева–Клапейрона.

Для повышения чувствительности метода ДТА в работе использовали относительно большие навески НП алюминия (~ 50 мг). При большей массе навески при окислении достигается более высокая температура, что приводит к нежелательным последствиям: сгоранию платинового тигля, взаимодействию паров алюминия с алундовым тиглем и его разрушению

и т.д. Для исследования использовали дериватограф Q-1500D, нагрев образца НП со скоростью 10 град/мин проводили в потоке смесей газов.

Для получения продуктов сгорания НП алюминия в воздухе готовили навески исходного НП массой 2–4 г и инициировали их горение с помощью нихромовой спирали, нагреваемой электрическим током.

Процесс нагревания НП алюминия в атмосфере азота проводили в ячейке термoанализатора SDT Q 600 в потоке азота осч, масса образца – 10 мг, скорость нагрева – 10 град/мин (рис. 1).

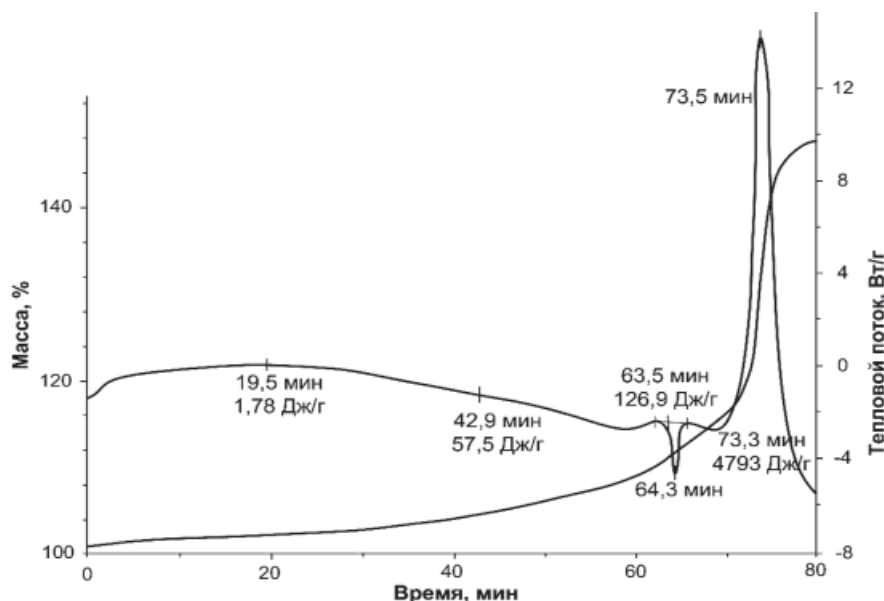


Рис. 1. Термограмма нанопорошка алюминия в атмосфере азота

Горение НП алюминия в чистом кислороде сопровождается взрывом, поэтому для снижения скорости горения в экспериментах использовали смеси кислорода (18 об. %) с аргоном и кислорода (18 об. %) с азотом. Дериватограммы представлены на рис. 2.

Согласно полученным результатам, процесс окисления НП кислородом в смеси с аргоном протекал быстрее, чем в смеси с азотом, что заметно по скорости прироста массы (ТГ зависимости, рис. 2, а, б). В то же время в обоих случаях на дериватограмме наблюдали колебательные процессы при высокой температуре. Длительность одного колебательного цикла не превышала 4 мин, всего наблюдали максимум 5 циклов.

Таким образом, проведенные эксперименты показали, что неплавное изменение реакционной способности смесей кислорода с аргоном и с азотом (воздух) (рис. 2, а, б) связано только с участием кислорода,

а для азота без кислорода процесс взаимодействия протекал плавно (рис. 1). Участие аргона в процессе горения маловероятно [10].

Азот при нормальных условиях химически инертен и не взаимодействует с металлами, за исключением лития, с которым уже при комнатной температуре образует нитрид. В молекуле азота имеет место тройная связь: σ - и две π -связи. Особенностью структуры молекулы азота является высокая поляризуемость химической связи: две π -связи, характеризующиеся областями с повышенной электронной плотностью, находящейся вне прямой, соединяющей ядра атомов, легко поляризуются под действием реагентов. Поэтому по отношению к электрофильным реагентам связь $N \equiv N$ неустойчива, что подтверждает высокое поляризующее действие ионов Li^+ , приводящее к образованию нитрида при комнатной температуре [8].

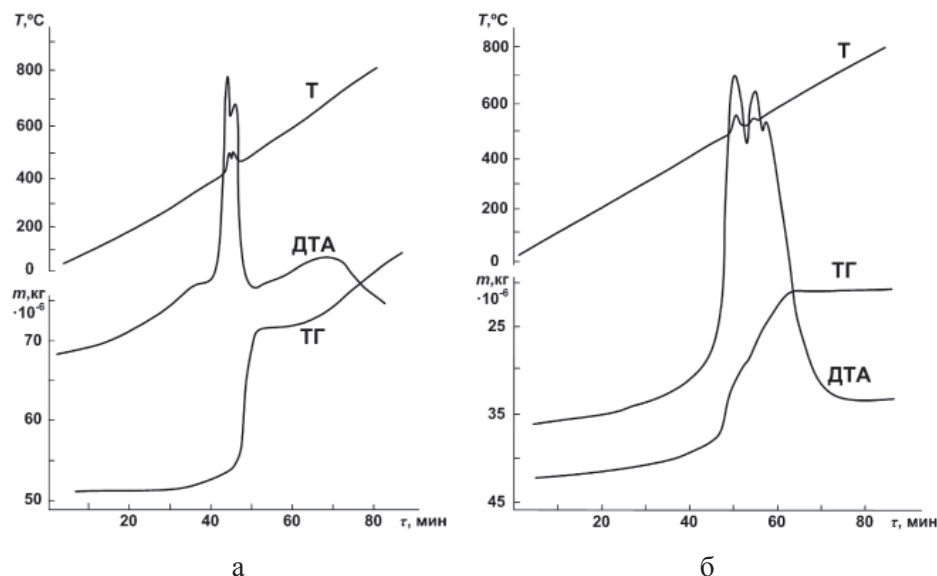


Рис. 2. Дериватограммы нанопорошка алюминия в смесях кислорода с аргоном и с азотом (скорость нагрева – 10 град/мин, ТГ – 50 мг, ДТА – 1/15):
а – смесь с аргоном, содержание кислорода 18 об. %, масса образца – 50,4 мг, степень окисленности образца – 41,9%; б – смесь с азотом, содержание кислорода 18 об. %, масса образца – 49,9 мг, степень окисленности образца – 41,1 %

Известно, что реакционная способность кислорода при стандартных условиях высока и связана с особенностями электронной структуры молекулы O_2 [9]. Молекула кислорода в условиях, близких к стандартным, является бирадикалом, т.е. парамагнитна, порядок связи равен 2. Радикалы обладают высокой реакционной способностью: их химическое взаимодействие протекает с низкой энергией активации. Поэтому кислород в стандартных условиях имеет преимущество в реакционной способности перед молекулой азота, к тому же энергия разрыва связи в молекуле O_2 составляет 493 кДж/моль, что в 2 раза меньше энергии диссоциации молекулы N_2 (940 кДж/моль), порядок связи в которой равен 3. Даже при 3000 °С степень диссоциации молекул азота достигает всего 0,1 %.

В настоящей работе в качестве гипотезы предложено обоснование высокотемпературного химического связывания азота воздуха с формированием и стабилизацией фазы нитрида алюминия, исходя из общих представлений о реакционной способности веществ.

В общем виде скорость (константа скорости) химической реакции зависит от температуры, энергии активации и энтропии активации следующим образом [1]:

$$k = Z \cdot e^{-\frac{E_a}{R \cdot T}} \cdot e^{\frac{\Delta S_a}{R}},$$

где Z – в первом приближении общее число столкновений между молекулами; E_a – энер-

гия активации; ΔS_a – энтропия активации; T – абсолютная температура; R – универсальная газовая постоянная. Это уравнение отражает вероятность того, что столкнувшиеся молекулы имеют энергию, достаточную

для их взаимодействия $\left(e^{-\frac{E_a}{R \cdot T}} \right)$ и вероятность нахождения столкнувшихся молекул в благоприятной для реакции ориентации

в момент соударения $\left(e^{\frac{\Delta S_a}{R}} \right)$. Схема, отражающая взаимодействие НП алюминия с кислородом в триплетном и синглетном состояниях, приведена на рис. 3.

Молекула кислорода при действии электромагнитного излучения и высоких температур может переходить из парамагнитного триплетного состояния $O_2 (^3\Sigma_g^-)$ в синглетное состояние $O_2 (^1\Delta_g^-)$, вероятно, таким образом, энтальпия кислорода возрастает, с чем многие ученые связывают понижение энергии активации в реакциях с участием синглетного кислорода [7]. Но перевод кислорода из триплетного состояния в синглетное – это перевод его из валентно-активного состояния в неактивное [1], что повышает энтропию активации [11] и в целом энергию активации реакций с участием синглетного кислорода (рис. 3). Как установлено, время жизни синглетного кислорода при комнатной температуре превышает десятки минут [2]. В условиях го-

рения время жизни синглетного кислорода сокращается и составляет ~ 2 мин, что достаточно для осуществления реакции НП алюминия с азотом без участия кислорода при высоких температурах. Вероятно, что при высоких температурах квантовые химические запреты на прямой переход триплетного кислорода в синглетное состояние снимаются [7]. Следовательно, формирование нитридов происходит при фотохимиче-

ской дезактивации кислорода его переводом в синглетное (неактивное) состояние, характеризующееся увеличением энтропии активации [11]. Таким образом, собственное излучение горящего образца, сопровождающее процесс горения, снижает активность кислорода, а азот взаимодействует при высокой температуре в соответствии с его реакционной способностью (рис. 2) [9]:

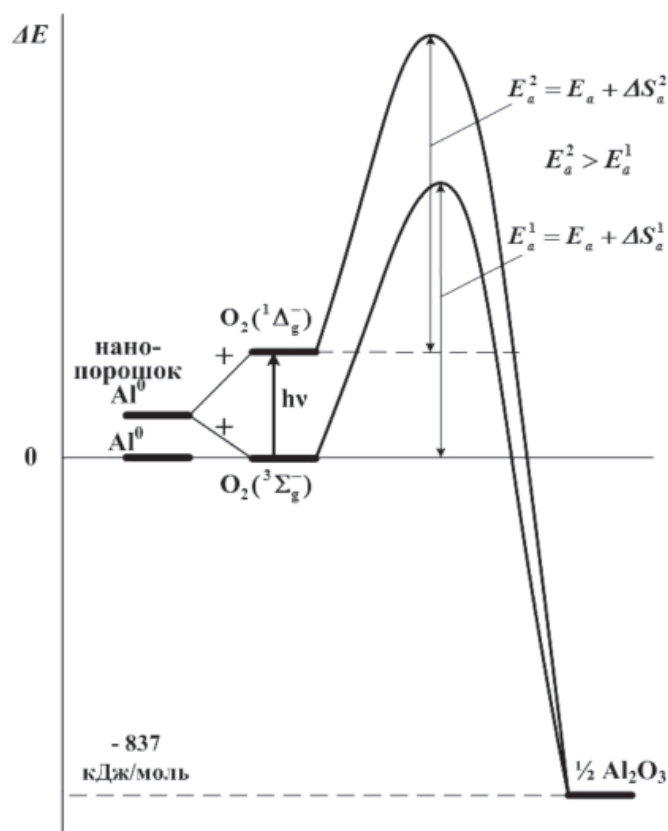
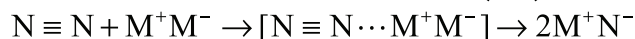
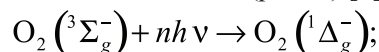


Рис. 3. Схема предполагаемых процессов окисления нанопорошка алюминия кислородом в синглетном и триплетном состояниях

Состояние $\text{O}_2(^1\Delta_g^-)$ вырождено и характеризуется временем полураспада 72 мин в условиях близких к стандартным [2]. Таким образом, дезактивация кислорода за счет излучения горящего НП продолжительна и охватывает значительный объем окружающего воздуха.

Установленные закономерности высокотемпературного химического связывания азота в присутствии кислорода коренным образом изменяют существующие представления о реакционной способности веществ и могут быть отнесены к ранее неизвестно-

му явлению. С учетом этого явления необходимо пересмотреть модели горения топлив и возможность неучастия кислорода, влияние этого процесса на длительность горения и на другие макрокинетические параметры. В то же время в материаловедении явление открывает новое направление: синтез тугоплавких нитридов сжиганием порошкообразных металлов и их смесей в воздухе. Разработан замкнутый цикл и проведен синтез аммиака с использованием нитрида алюминия, полученного при сгорании порошкообразного алюминия в воздухе: себестоимость аммиака по предложенному

способу в 2 раза ниже, чем в существующем промышленном способе по Габеру [3].

Выводы

1. Реакционная способность кислорода и азота воздуха при 1800–2400 °С изменяется, согласно предложенной гипотезе, за счет фотохимической дезактивации кислорода – триплет-синглетного перехода и снижения его реакционной способности (переход в валентно-неактивное состояние). В то же время реакционная способность азота воздуха с повышением температуры плавно возрастает, и он взаимодействует с алюминием, образуя нитриды. Содержание нитридов в конечных продуктах сгорания алюминия в воздухе составляет 40–80 мас. %.

2. Предлагаемый механизм образования и стабилизации нитридов в воздухе, включающий стадию фотохимической дезактивации кислорода, позволяет объяснить имеющийся экспериментальный материал по формированию кристаллических фаз нитридов при высоких температурах и не противоречит законам термодинамики.

Список литературы

1. Исследование генератора синглетного кислорода с закрученным аэрозольным потоком / А.А. Адаменков, Б.А. Выхубенко, С.П. Ильин и др. // Квантовая электроника. – 2002. – Т. 32. – № 6. – С. 490–494.
2. Герцберг Г. Электронные спектры и строение многоатомных молекул / Под ред. проф. В.Н. Татевского. – М.: Мир, 1969. – 772 с.
3. Ильин А.П., Громов А.А. Горение алюминия и бора в сверхтонком состоянии. – Томск: Изд-во Том.ун-та, 2002. – 154 с.
4. Ильин А.П., Громов А.А., Толбанова Л.О. Явление химического связывания азота воздуха с образованием кристаллических фаз нитридов при горении порошкообразных металлов, бора и кремния // Фундаментальные исследования. – 2008. – № 4. – С. 13–18.
5. Ильин А.П., Рот Л.О., Тимченко Н.А. и др. Изучение зарождения, роста и формирования AlN при горении в воздухе нанопорошка алюминия с использованием синхротронного излучения // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2011. – Т. 54. – № 11/3. – С. 307–311.
6. Ильин А.П., Толбанова Л.О., Мостовщиков А.В. Состав промежуточных продуктов горения нанопорошка алюминия в воздухе // Известия Томского политехнического университета. – 2008. – Т. 313. – № 3. – С. 19–24.
7. Термические бимолекулярные реакции в газах / В.Н. Кондратьев, Е.Е. Никитин, А.И. Резников и др. – М.: Наука, 1976. – 192 с.
8. Новое в химической фиксации азота: пер. с англ. / под ред. Дж. Чатта, Л. Камара Пины, Р. Ричардса. – М.: Мир, 1983. – 304 с.
9. Семенов Н.Н. О некоторых проблемах химической кинетики и реакционной способности (свободные радика-

лы и цепные реакции). – М.: Изд-во Академии наук СССР, 1958. – 686 с.

10. Энергии разрыва химических связей. Потенциалы ионизации и сродство к электрону / Л.В. Гурвич, Г.В. Карачевцев, В.Н. Кондратьев и др. – М.: Наука, 1974. – 351 с.

11. Schweiter C., Schmidt R. Physical Mechanisms of Generation and Deactivation of Singlet Oxygen // Chemical Review. – 2003. – Vol. 103 (5). – P. 1685–1787.

References

1. Adamenkov A.A., Vyskubenko B.A., Ilyin S.P. at al. Kvantovaya elektronika [Quantum Electronics], 2002, vol. 32, no. 6, pp. 490–494.
2. Gertsberg G. Elektronnyye spektry i stroenie mnogoatomnykh molekul [Electronic spectra and the structure of polyatomic molecules]. Moscow, Mir, 1969. 772 p.
3. Ilyin A.P., Gromov A.A. Gorenje alyuminiya i bora v sverhkonkom sostoyanii [Burning of aluminium and boron in ultrafine state]. Tomsk, Tomsk Univ. Press, 2002. 154 p.
4. Ilyin A.P., Gromov A.A., Tolbanova L.O. Fundamentalnye issledovaniya [Fundamental research], 2008, no. 4, pp. 13–18.
5. Ilyin A.P., Root L.O., Timchenko N.A. et al. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Fizika [Bulletin of higher education establishments. Physics], 2011, vol. 54, no. 11/3, pp. 307–311.
6. Ilyin A.P., Tolbanova L.O., Mostovschikov A.V. Izvestiya tomskogo politekhnicheskogo universiteta [Bulletin of Tomsk Polytechnic University], 2008, vol. 313, no. 3, pp. 19–24.
7. Kovdratev V.N., Nikitin E.E., Reznikov A.I. at al. Termicheskie bimolekulyarnye reaktsii v gazakh [Thermal bimolecular reactions in gases], Moscow, Nauka, 1976. 192 p.
8. Novoe v khimicheskoy fiksatsii azota [Modernity in chemical fixation of nitrogen], Moscow, Mir, 1983. 304 p.
9. Semenov N.N. O nekotorykh problemakh khimicheskoy kinetiki i reaktsionnoy sposobnosti (svobodnye radikaly i tsepnye reaktsii) [On some problems of chemical kinetics and reaction ability (free radicals and chain reactions)], Moscow, Academy of Sciences of the USSR Press, 1958. 686 p.
10. Energii razryva khimicheskikh svyazey. Potentsialy ionizatsii i srodstvo k elektronu [Energies of chemical bonding destruction. Ionizing potentials and electron affinity], Moscow, Nauka, 1974. 351 p.
11. Schweiter C., Schmidt R. Chemical Review, 2003, vol. 103 (5), pp. 1685–1787.

Рецензенты:

Верещагин В.И., д.т.н., профессор Национального исследовательского Томского политехнического университета, г. Томск;

Хабас Т.А., д.т.н., профессор Национального исследовательского Томского политехнического университета, г. Томск;

Полещук О.Х., д.х.н., профессор, заведующий кафедрой органической химии, зав. Центром «Компьютерная химия» Томского государственного педагогического университета, г. Томск.

Работа поступила в редакцию 03.06.2013.

УДК 543.544.45

ПОЛУЧЕНИЕ И ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДИФИЦИРОВАНИЕ СИЛИКАГЕЛЕЙ ДЛЯ ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Макарычева А.И., Слизов Ю.Г.

ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский государственный университет»,
Томск, e-mail: sandra_tsu@mail.ru

Методом гидротермальной обработки осуществлено геометрическое модифицирование поверхности силикагеля, синтезированного путем обработки серной кислотой раствора жидкого стекла. Исследованы структурные характеристики модифицированных образцов, показано, что проводимая обработка водяным паром при повышенных температурах и давлениях приводит к уменьшению удельной поверхности и расширению пор силикагеля, что позволяет получать геометрически однородные материалы для газовой хроматографии с заданными структурными характеристиками. Проведена количественная оценка параметров хроматографического удерживания, полярности и селективности полученных сорбентов в сравнении с промышленными марками силикагелей и силикагелями, полученными золь-гель методом на основе тетраэтоксисилана. Показана возможность их применения в газовой хроматографии в качестве сорбентов для разделения гомологических рядов углеводородов и кислородсодержащих органических соединений.

Ключевые слова: газовая хроматография, силикагель, геометрическое модифицирование, гидротермальная обработка, золь-гель синтез

OBTAINING AND GEOMETRICAL MODIFICATION OF SILICA GELS FOR GAS CHROMATOGRAPHY

Makarycheva A.I., Slizhov Y.G.

National research Tomsk State University, Tomsk, e-mail: sandra_tsu@mail.ru

The geometrical modification of the surface of silica gel was executed by method of hydrothermal treatment. Initial silica gel was synthesized by adding of the sulphuric acid to the solution of liquid glass. Structural characteristics of modified specimens were investigated. It is established that the conducted treatment with water steam under elevated temperature and pressure decreases the surface area and leads to widening of silica gel's pores. Thus we can obtain geometrically uniform materials for gas chromatography. The quantitative assessment of chromatographic properties, polarity and selectivity of obtained silica gels in comparison with brands of bought silica gels as well as silica gels obtained using the sol-gel process were executed. Potentials of their application in gas chromatography as sorbents for separation of hydrocarbons and organic oxygen-containing compounds were shown.

Keywords: gas chromatography, silica gel, geometrical modification, hydrothermal treatment, sol-gel synthesis

В настоящее время в качестве адсорбентов и носителей неподвижных фаз для газовой хроматографии широко используются аморфные пористые силикагели, среди достоинств которых, прежде всего, следует отметить возможность варьирования в широких пределах их структурных характеристик: размера частиц, величины удельной поверхности, диаметра и объема пор. Геометрическое модифицирование силикагелей, проводимое путем гидротермальной обработки, позволяет получить материалы с ценными для хроматографического применения свойствами – малой удельной поверхностью и крупными порами, что практически неосуществимо в условиях простой термической обработки в отсутствии водяного пара [1, 5].

В настоящей работе представлены результаты изучения характера изменения геометрической структуры силикагелей под действием водяного пара при повышенном давлении и температуре с целью выбора оптимальных условий модифицирования для дальнейшего применения получаемых материалов в газохроматографическом ана-

лизе в качестве сорбентов. Также проведена сравнительная оценка параметров хроматографического удерживания, разделения, полярности и селективности для ряда промышленных силикагелей и силикагелей, синтезированных согласно различным методикам.

Эксперименты по изучению влияния условий гидротермальной обработки на величину удельной поверхности и характеристик пористости силикагеля проведены с использованием образцов, синтезированных [6] путем обработки серной кислотой раствора жидкого стекла, отмытых от солей, высушенных при 120°C и просеянных до однородной фракции 0,14 – 0,20 мм. Силикагель с добавлением дистиллированной воды помещался в герметичный металлический реактор, нагревался и выдерживался при заданной температуре в течение определенного времени. При этом давление паров воды в реакторе становилось равным равновесному давлению водяного пара при данной температуре. Затем образцы просушивались на воздухе при температуре 120°C в течение трех часов для удаления воды.

Количественная оценка структурных характеристик полученных силикагелей осуществлялась с помощью анализатора «TriStar 3020» (Micromeritics, USA). Для расчета удельной поверхности использовался многоточечный метод БЭТ [7]. Определение среднего размера и объема пор проводилось по анализу десорбционной ветви изотермы адсорбции-десорбции с использованием метода BJH-Desorption.

Результаты, представленные в табл. 1, позволяют сделать вывод о том, что структуру силикагеля можно существенно изменять путем варьирования температуры, давления и продолжительности обработки, что приводит к сокращению удельной поверхности, сопровождающемуся увеличением среднего диаметра и уменьшением суммарного объема пор силикагеля в сравнении с исходным.

Таблица 1

Условия гидротермальной обработки и структурные характеристики силикагелей

Образец	Условия обработки			Структурные характеристики		
	P , МПа	τ , мин	T , °C	$S_{уд}$, м ² /г	V_{Σ} , см ³ /г	d , нм
1	-	-	-	410	0,60	10
2	0,5	15	250	31	0,20	11
3	0,5	30	250	26	0,09	17
4	0,5	45	250	6	0,02	23
5	0,7	15	300	8	0,01	25
6	0,7	45	300	6	0,01	28

Методом растровой электронной микроскопии на приборе «Hitachi TM-3000» с микроанализатором «QUANTAX» показано, что проводимое модифицирование также повышает геометрическую однородность поверхности силикагеля, что является важным фактором для последующего его применения в газовой хроматографии.

Для сравнительной оценки хроматографических свойств был выбран образец силикагеля, полученный на основе жидкого стекла и затем гидротермально обработанный в условиях достижения необходимых в целях хроматографирования легко- и среднелетучих органических соединений значений удельной поверхности и размера пор. Также были изучены силикагель, синтезированный золь-гель методом на основе тетраэтоксисилана в присутствии порообразователя и кислотного катализатора гидролиза (предоставлен сотрудниками химического факультета ТГУ Изаак Т.И., Мартыновой Д.О.), и промышленные силикагели марок Силохром С-120 и Силипор 200. Структурные характеристики данных сорбентов представлены в табл. 2.

Сравнение параметров хроматографического удерживания и разделения при различных температурах насадочных колонок, выполненное на газовом хроматографе «Chrom 5», для гомологических рядов углеводородов и кислородсодержащих органических соединений на изученных сорбентах показало, что с уменьшением удельной поверхности силикагелей наблюдается сокращение параметров удерживания тестовых

соединений всех гомологических рядов. При этом оно особенно значительно для насыщенных одноатомных спиртов в ряду Силипор 200, Силикагель $S_{уд} = 140$ м²/г, Силохром С-120, Силикагель $S_{уд} = 40$ м²/г (в частности, приведенные времена удерживания этанола составляют 9,25; 2,08; 1,51 и 0,34 мин соответственно).

Таблица 2

Удельная поверхность и пористость исследуемых сорбентов

Сорбент	$S_{уд}$, м ² /г	V_{Σ} , см ³ /г	d , нм
Силикагель, синтезированный на основе жидкого стекла	40	0,2	23
Силикагель, синтезированный по золь-гель технологии	140	0,9	24
Силохром С-120	112	1,0	37
Силипор 200	184	0,7	14

Для количественной оценки полярности и селективности сорбентов были рассчитаны коэффициенты полярности Роршнайдера по отношению к Карбопаку В. Результаты представлены в табл. 3, из которой видно, что происходит существенное увеличение полярности геометрически модифицированного силикагеля ($S_{уд} = 40$ м²/г) по отношению к другим видам силикагелей. Силикагель, полученный по золь-гель методу, характеризуется отличительно вы-

сокой способностью к специфическому донорно-акцепторному комплексообразованию с молекулами сорбатов, на что ука-

зывает высокое значение коэффициента Роршнайнера по бутанону-2 (z) для данного сорбента.

Таблица 3

Индексы удерживания Ковача (RI) и коэффициенты полярности Роршнайнера (x, y, z, u) для тестовых соединений при 150°C

Сорбент	Бензол		Бутанон-2		Нитрометан		Этанол	
	RI	x	RI	z	RI	u	RI	y
Силипор 200	730	1,69	1154	6,68	1059	7,01	1075	7,79
Силикагель $S_{уд} = 140 \text{ м}^2/\text{г}$	685	1,24	1612	11,36	700	3,42	880	5,84
Силохром С-120	641	0,80	1013	5,37	860	5,02	862	5,66
Силикагель $S_{уд} = 40 \text{ м}^2/\text{г}$	834	2,73	1387	9,02	1117	8,19	990	6,94

С целью более детального определения способности данных газохроматографических материалов к селективным взаимодействиям были рассчитаны термодинамические характеристики адсорбции (дифференциальные молярные свободные энергии адсорбции (ΔG), парциальные молярные энтальпии адсорбции (ΔH) и изостерические теплоты адсорбции (ΔQ)) ряда тестовых соединений [2–4]. Полученные данные (табл. 4–6) указывают на достаточно высокую адсорбционную способность всех силикагелей по отношению к электронодонорным молекулам спиртов, кетонов,

что обусловлено тенденцией к образованию водородных связей и к донорно-акцепторному взаимодействию с молекулами сорбатов. Очевидно, сорбционная активность сорбентов в большой мере зависит от их структурных характеристик. Так, для промышленных силикагелей и силикагеля, полученного по золь-гель методике, которые характеризуются большими значениями удельной поверхности и числа мезопор, возрастает вклад физической адсорбции, на что указывают сравнительно высокие значения рассчитанных термодинамических характеристик.

Таблица 4

Дифференциальные молярные свободные энергии адсорбции на силикагелях при 150°C

Сорбент	$-\Delta G, \text{ кДж/моль}$			
	Бензол	Бутанон-2	Нитрометан	Этанол
Силипор 200	7,1	15,9	13,5	14,1
Силикагель $S_{уд} = 140 \text{ м}^2/\text{г}$	4,2	12,5	5,9	10,6
Силохром С-120	6,3	12,3	9,7	9,8
Силикагель $S_{уд} = 40 \text{ м}^2/\text{г}$	1,3	8,5	4,9	5,6

Таблица 5

Парциальные молярные энтальпии адсорбции на силикагелях при 150°C

Сорбент	$\Delta H, \text{ кДж/моль}$			
	Бензол	Бутанон-2	Нитрометан	Этанол
Силипор 200	61,3	73,5	35,2	69,2
Силикагель $S_{уд} = 140 \text{ м}^2/\text{г}$	22,7	81,8	8,0	38,6
Силохром С-120	53,2	64,6	31,9	54,7
Силикагель $S_{уд} = 40 \text{ м}^2/\text{г}$	31,8	41,6	45,2	19,2

Таким образом, выбор того или иного сорбента определяется целями предстоящего хроматографического анализа, спецификой анализируемых соединений. Например, на полученном силикагеле с $S_{уд} = 40 \text{ м}^2/\text{г}$ успешно осуществляется разделение легких

олефиновых углеводородов (рисунок), при этом компоненты разделяемой смеси, состоящей из первых представителей непредельных углеводородов ряда этилена, выходят из колонки в порядке, отвечающем увеличению их температур кипения. Специфические

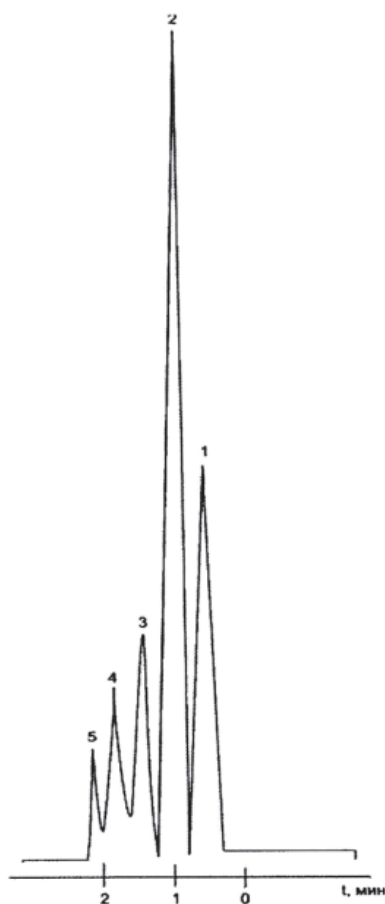
силы взаимодействия π -электронов кратной связи алкенов и полярной поверхности силикагеля наряду с дисперсионными взаимо-

действиями вносят основной вклад в энергетику процессов сорбции-десорбции при их хроматографическом разделении.

Таблица 6

Изостерические теплоты адсорбции на силикагелях при 150°C

Сорбент	ΔQ , кДж/моль			
	Бензол	Бутанон-2	Нитрометан	Этанол
Силипор 200	6,9	9,8	6,1	7,7
Силикагель $S_{уд} = 140 \text{ м}^2/\text{г}$	0,1	10,1	1,4	5,0
Силохром С-120	6,8	9,1	5,3	7,0
Силикагель $S_{уд} = 40 \text{ м}^2/\text{г}$	4,3	5,5	5,9	2,8



Хроматограмма смеси легких непредельных углеводородов на силикагеле с $S_{уд} = 40 \text{ м}^2/\text{г}$:
1 — этилен; 2 — пропилен; 3 — бутен-1;
4 — цис-бутен-2; 5 — транс-бутен-2

В результате работы была проведена оптимизация условий гидротермального модифицирования силикагелей, которое позволяет в широких пределах варьировать пористость и хроматографические свойства данных материалов, получая тем самым геометрически однородные сорбенты с заданными структурными характеристиками. Также показана возможность эффективного использования полученных сорбентов в га-

зовой хроматографии для аналитического разделения предельных, олефиновых, ароматических углеводородов, спиртов, кетонов и других кислородсодержащих соединений.

Список литературы

1. Геометрическое модифицирование скелета ксерогелей / Н.В. Акшинская [и др.] // Журн. физ. химии. — 1962. — Т. 36. — С. 2277–2280.
2. Вяхирев Д.А. Руководство по газовой хроматографии / Д.А. Вяхирев, А.Ф. Шушунова. — М.: Высш. шк., 1987. — 335 с.
3. Головня Р.В., Термодинамическая оценка полярности и селективности неподвижных фаз в газовой хроматографии / Р.В. Головня, Т.А. Мишарина // Успехи химии. — 1980. — Т. XLIX. — Вып. 1. — С. 171–191.
4. Лейбниц Э. Руководство по газовой хроматографии / Э. Лейбниц, Х.Г. Штруппе. — М.: Мир, 1988. — 480 с.
5. Модифицированные кремнеземы в сорбции, катализе и хроматографии / Г.В. Лисичкин [и др.]; под ред. Г.В. Лисичкина. — М.: Химия, 1986. — 248 с.
6. Неймарк И. Е. Силикагель, его получение, свойства и применение / И.Е. Неймарк, Р.Ю. Шейнфайн. — М.: Научная думка, 1973. — 201 с.
7. Фенелонов В.Б. Введение в физическую химию формирования супрамолекулярной структуры адсорбентов и катализаторов. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. — 414 с.

References

1. Akshinskaja N.V., Beznogova V.E., Kiselev A.V., Nikitin J.S., Zhurn. fiz. himii, 1962, no. 36, pp. 2277–2280.
2. Vjahirev D.A., Shushunova A.F. Rukovodstvo po gazovoj hromatografii. [Gas chromatography guide]. Moscow, Vyssh. shk., 1987, 335 p.
3. Golovnja R.V., Misharina T.A., Uspehi himii, 1980, Vol. XLIX, no. 1, pp. 171–191.
4. Lejbic Je., Shtrauppe H.G. Rukovodstvo po gazovoj hromatografii. [Gas chromatography guide]. Moscow, Mir, 1988, 480 p.
5. Lisichkin G.V., Kudrjavcev G.V., Serdan A.A., Staroverov S.M., Juffa A.Ja. Modificirovannye kremnezemy v sorbicii, katalize i hromatografii [Modified silica in sorption, catalysis and chromatography]. Moscow, Himija, 1986, 248 p.
6. Nejmark I.E., Shejnfajn R.Ju. Silikagel', ego poluchenie, svojstva i primenenie [Silica gel's obtaining, properties and use]. Moscow, Naukova dumka, 1973, 201 p.
7. Fenelonov V.B. Vvedenie v fizicheskiju himiju formirovanija supramolekul'noj struktury adsorbentov i katalizatorov [Introduction into physical chemistry of formation of supramolecular structure of adsorbents and catalysts]. Novosibirsk, SB RAS, 2002, 414 p.

Рецензенты:

Колпакова Н.А., д.х.н., профессор, ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск;

Отмахов В.И., д.т.н., профессор, ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский государственный университет», г. Томск.

Работа поступила в редакцию 03.06.2013.

УДК 004.8 + 541.124

ПОСТРОЕНИЕ ГРУПП РАДИКАЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ ОТРЫВА АЛГОРИТМОМ k -СРЕДНИХ ДЛЯ ПРЕДСКАЗАНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕАГЕНТОВ

Туманов В.Е.

Институт проблем химической физики РАН, Черноголовка, e-mail: tve90@yandex.ru

Алгоритмы кластеризации k -средних и c -средних были применены для разбиения радикальных реакций отрыва атома водорода на группы. Программная реализация алгоритмов была выполнена на языке программирования C#. Проведено сравнение построенной классификации радикальных реакций отрыва с классификацией, построенной экспертным путем. Показано различие и сходство данных классификаций радикальных реакций. Предложен новый метод оценки энергии диссоциации C-H-связи в органических молекулах по кинетическим данным с использованием координат центра кластера. На примере одного кластера выполнен вычислительный эксперимент по оценке энергии диссоциации связи. Дано сравнение с литературными данными. Предложен подход к оценке реакционной способности органических молекул в радикальных реакциях отрыва атома водорода с использованием координат центра кластера. Приведен расчет реакционной способности гипотетических радикальных реакций отрыва атома водорода.

Ключевые слова: кластеризация, алгоритмы k -средних, радикальные реакция отрыва, энергия диссоциации связи, энергия активации реакции

CREATION OF GROUPS OF RADICAL ABSTRACTION REACTIONS BY ALGORITHM k -MEANS FOR THE PREDICTION OF PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF REAGENTS

Tumanov V.E.

Institute of Problems of Chemical Physics RAS, Chernogolovka, e-mail: tve90@yandex.ru

Algorithms of a clustering to k -means and c -means were applied to splitting of radical abstraction reactions of atom of hydrogen into groups. Program realization of algorithms was executed in the C# programming language. Comparison of the constructed classification of radical abstraction reactions with classification constructed by an expert way is carried out. Distinction and similarity of these classifications of radical reactions is shown. The new method of an evaluation of bond dissociation energy of organic molecules on kinetic data with use of coordinates of the center of a cluster is offered. On the example of one cluster computing experiment on estimates of bond dissociation energy is executed. Comparison with literary data is given. Approach to an evaluation of reactionary ability of organic molecules in radical abstraction reactions of atom of hydrogen with use of coordinates of the center of a cluster is offered. Calculation of reactionary ability of hypothetical radical abstraction reactions of atom of hydrogen is given.

Keywords: clustering, k -means algorithms, radical abstraction reaction, bond dissociation energy, activation energy

В настоящее время применение методов интеллектуального анализа данных в предметно-ориентированных информационных системах химических данных является актуальной научно-практической задачей [13]. Одним из таких методов является метод кластеризации, в результате которого могут быть построены группы химических объектов, близких по набору своих физико-химических характеристик. В ряде случаев построенное разбиение исходного множества на группы может быть использовано для предсказания некоторых характеристик объектов.

Целью настоящей работы является использование алгоритмов кластеризации k -средних для автоматического построения групп радикальных реакций отрыва, обладающих сходной реакционной способностью, по экспериментальным выборкам из нескольких баз данных.

Постановка задачи и метод решения

Элементарную радикальную реакцию отрыва атома водорода $R^\bullet + R_1H \rightarrow RH + R_1^\bullet$

можно описать следующим набором характеристик [3, 6]:

1. Классическая энтальпия реакции:

$$\Delta H_e = D_i - D_f + 0,5(hLv_i - hLv_f), \quad (1)$$

где v_i – частота валентного колебания разрываемой связи; v_f – частота валентного колебания образующейся связи; h – постоянная Планка; L – число Авогадро; D_i – энергия диссоциации разрываемой связи; $D_{ei} = D_i + 0,5hLv_i$, где D_f – энергия диссоциации образующейся связи, $D_{ef} = D_f + 0,5hLv_f$.

2. Классический потенциальный барьер E_e :

$$E_e = E_i + 0,5(hLv_i - RT), \quad (2)$$

который отсчитывается от минимума потенциальной кривой рвущейся связи до точки минимума переходного состояния. R – газовая постоянная; T – абсолютная температура в К; E_i – экспериментальная энергия активации радикальной реакции.

3. Коэффициенты

$$b = \pi(2\mu_i)^{1/2}v_i \text{ и } b_f = \pi(2\mu_f)^{1/2}v_f \quad (3)$$

которые описывают зависимость потенциальной энергии от амплитуды колебаний атомов вдоль рвущейся (i) и образующейся (f) валентной связи, $2b^2$ – силовая постоянная связи, μ_i – приведенная масса атомов для разрываемой связи, μ_f – приведенная масса атомов для образующейся связи.

4. Коэффициент

$$\alpha = b/b_f. \quad (4)$$

Первая задача исследования состоит в формировании метрического пространства признаков, исходя из характеристик радикальной реакции отрыва, и затем разбиении экспериментальной выборки реакций на группы в этом пространстве.

Введем переменные

$$X = (\alpha^2(E_e - \Delta H_e))^{1/4} \text{ и } Y = (E_e)^{1/4}.$$

Тройка $\{R^\circ + R_1H \rightarrow RH + R^\circ, X, Y\}$ будет метрическим пространством признаков для разбиения исходного набора радикальных реакций на группы (кластеры).

Источником экспериментальных послужили базы данных по константам скорости радикальных жидкофазных реакций и по энергиям диссоциации связей органических молекул предметно-ориентированной системы научной осведомленности в области физической химии радикальных реакций [7]. Для решения задачи группировки радикальных реакций был выбран массив экспериментальных данных по реакциям отрыва атома водорода алкильными радикалами от молекул углеводородов и их производных, выборка из базы данных по энергиям диссоциации связей органических соединений (269 реакций). Согласно классификации радикальных реакций, построенной экспертным путем [3, 6], выборка включала реакции четырех классов: 39 реакций с углеводородами и 100 реакций с производными от углеводородов, объединенных в класс $R^\circ + R_1H$, 31 реакцию класса $R^\circ + R_2H$, 99 реакций класса $R^\circ + R_3H$, где R° – алкильный радикал, R_1H – углеводород, R_2H – олефин, R_3H – алкилароматический углеводород.

В качестве алгоритмов кластеризации были взяты классический алгоритм k -средних и алгоритм c -средних [8], для которых были разработаны соответствующие программы. Метрикой в алгоритмах кластеризации было евклидово расстояние.

$$d = \sqrt{X^2 + Y^2}. \quad (5)$$

Были выполнены расчеты с различным числом кластеров для обоих алгоритмов (10, 20, 30 кластеров). Результаты разбиения на кластеры, полученные с использованием алгоритма k -средних и алгоритма

c -средних, существенно не отличались за исключением того, что в нечетком случае наблюдалось смещение центра кластеров отношению классического случая.

Полученные в результате разбиения кластеры реакций в целом обладают следующими свойствами: кластер образует реакции либо одного радикала с группой соединений одного класса, либо реакции радикалов, которые имеют близкие значения образующей связи D_f . Не наблюдается соответствия между классификацией радикальных реакций, построенной экспертным путем [3, 6] и полученной в результате кластеризации: имеет место, например, единичное попадание спиртов, простых и сложных эфиров в кластер с подавляющим содержанием алкилароматических соединений и т.п.). За недостаточностью места мы не будем приводить таблицу с полным разбиением. Рассмотрим несколько характерных примеров кластеров.

Так, кластер 1 содержит 8 реакций алкилароматических соединений с метильным радикалом, для которого $D_f = 440$ кДж/моль [12] (показаны продукты реакции): {5 реакций $CH_4 + C_6H_5C^\circ(CH_3)_2$, реакцию $CH_4 + (C_6H_5)_2C^\circ H$ и 2 реакции $CH_4 + C_6H_5C^\circ H_2$ }.

Кластер 3 содержит 3 реакции. Прочность C-H-связи в $CHCl_3$ $D_f = 392,5$ кДж/моль, а в $(CH_3)_3CH$ она составляет 400 кДж/моль [12]: {реакцию $CHCl_3 + \text{цикло-}[C^\circ H(CH_2)_4]$, реакцию $CHCl_3 + (CH_3)_3C^\circ$ и реакцию $(CH_3)_3CH + \text{цикло-}[(CH_2)_5C^\circ H]$ }.

Кластер 7 содержит 5 реакций метильного радикала с циклоолефинами ($D_f = 440,0$ кДж/моль [12]). {3 реакции $CH_4 + \text{цикло-}[CH = CHC^\circ H(CH_2)_3]$, реакцию $CH_4 + \text{цикло-}[CH = CHC^\circ H(CH_2)_4]$, реакцию $CH_4 + \text{цикло-}[CH = CHC^\circ H(CH_2)_5]$ }.

Кластер 27 содержит 9 реакций алкильных радикалов с различными углеводородами. Для радикала $CH_3(CH_2)_9C^\circ H_2$ прочность C-H-связи $D_f = 422$ кДж/моль [12] в CH_3 -группе. {2 реакции $CH_3(CH_2)_9CH_3 + C_6H_5C^\circ(CH_3)_2$, реакцию $CH_4 + CH_2 = C(CH_3)C^\circ H_2$, реакцию $CH_4 + C_6H_5C^\circ H_2$, 4 реакции $CH_4 + \text{цикло-}[C(O)C^\circ H(CH_2)_3]$ и реакцию $CH_4 + CH_3C^\circ H(CO)CH_2CH_3$ }.

В этом примере кластера алкильные радикалы атакуют различные углеводороды и их производные. Таким образом, полученные результаты кластеризации отличаются от классификации, построенной экспертным путем. Кластеризация является более детализированной и более точно отражает структуру реакционного центра радикальной реакции отрыва.

Так же как и для классификации, полученной экспертным путем, с каждым кла-

стером можно связать некоторое корреляционное соотношение, которое позволит делать предсказанные значения физико-химических характеристик реагентов [3]. При этом основная роль при предсказании реакционной способности молекул и энергий диссоциации разрываемой связи будет отведена координатам центров полученных кластеров.

Предсказание энергии диссоциации разрываемой С-Н-связи

Предсказание энергии диссоциации связи строится на предположении о том, что радикальная реакция отрыва с неизвестной разрываемой С-Н-связью попадает в определенный кластер. При этом предполагается, что d_c^2 центра кластера и d_i^2 рассматриваемой реакции (неизвестно) отличаются не более чем на определенную величину. За такую величину можно принять

$$\beta \frac{1}{N_{cl}} \sum_{j=1}^{N_{cl}} (d_j - d_c), \quad (6)$$

где N_{cl} – число элементов кластера; d_j – расстояние j -элемента кластера; β – подгоночный параметр – положительная величина меньшая 0,5.

$$E_{ec}^{1/2} = (d_c)^2 \left(1 - \alpha \left(1 - (1 - \alpha)^2 \Delta H_{ec} (d_c)^4 \right)^{1/2} \right) / (1 - \alpha^2), \quad \alpha \neq 1; \quad (9)$$

или

$$E_{ec}^{1/2} = 0,5 (d^2 + \Delta H_{ec} / d^2), \quad \alpha = 1; \quad (10)$$

$$E_{ei} = E_{ec} + \Delta E_i; \quad (11)$$

$$\Delta D_i = D_{ef} - D_{ef1} + 2(d_c)^2 (E_{ei}^{1/2} - E_{e1}^{1/2} - \Delta d) / \alpha^2 + \Delta d (2E_{ei}^{1/2} - \Delta d) / \alpha^2 - (\alpha^{-2} - 1) \Delta E_i, \quad \alpha \neq 1 \quad (12)$$

или

$$\Delta D_i = D_{ef} - D_{ef1} + (2d_c^2 - \Delta d)(E_{ei}^{1/2} - E_{ec}^{1/2} - \Delta d) + \Delta d(E_{ei}^{1/2} + E_{ec}^{1/2}), \quad \alpha = 1, \quad (13)$$

где $\Delta d = (d_j)^2 - (d_c)^2$. В случае, когда атака в рассматриваемой паре реакций производится одинаковыми радикалами, то формула (11) принимает вид

$$\Delta D_i = 2(d_c)^2 (E_{ei}^{1/2} - E_{e1}^{1/2} - \Delta d) / \alpha^2 + \Delta d_e (2E_{ei}^{1/2} - \Delta d) / \alpha^2 - (\alpha^{-2} - 1) \Delta E_i, \quad \alpha \neq 1 \quad (14)$$

или

$$\Delta D_i = (2d_c^2 - \Delta d)(E_{ei}^{1/2} - E_{e1}^{1/2} - \Delta d) + \Delta d(E_{ei}^{1/2} + E_{e1}^{1/2}), \quad \alpha = 1. \quad (15)$$

Вычислить энергию диссоциации разрываемой связи по формуле:

$$D_i = \Delta D_i + D_1 \quad (16)$$

Покажем применение метода на практике. Рассмотрим кластер 7. Реакция метильного радикала с циклоалкенами. Центром кластера является реакция {метан + циклогексен} с $d = 4.9$. Прочность С-Н-связи в циклогексене в α -положении к двойной связи равна $D_f = 341,5$ кДж/моль [12]. Результаты расчета приведены в табл. 1.

Тогда энергия диссоциации разрываемой С-Н-связи может быть вычислена с помощью следующих шагов.

Вычислить разность энергий активации реакций между реакцией-центром кластера и исследуемой реакцией. В пределах одного кластера предэкспоненциальный множитель A_0 в расчете на одну реагирующую связь остается постоянным, так что разность энергий активации реакций ΔE_i с участием реагентов R_cH и R_iH может быть вычислена по формуле:

$$\Delta E_i = -RT \ln((k_i n_i)/(k_c n_c)), \quad (7)$$

где k_i – константа скорости исследуемой реакции; k_c – константа скорости реакции-центра кластера; n_i , n_c – число эквивалентных атакуемых связей в исследуемой реакции и реакции-центра кластера соответственно.

Вычислить энтальпию опорной реакции:

$$\Delta H_{ec} = D_{ic1} - D_{fc} + 0,5(hLv_i - hLv_f). \quad (8)$$

Вычислить разность прочностей связей в реагенте и продукте. Из формулы расстояния, записанной для реакции-центра кластера и исследуемой реакции, вытекает следующая зависимость между разностью прочности связей $\Delta D_i = D_i - D_f$ и ΔE_i :

Как видно из таблицы, результаты вычислений находятся в хорошем согласии с данными справочника [12]: $D_i = 346,6$; $357,2$; $329,3$ и $330,9$ кДж/моль по строкам соответственно.

Предсказание классического потенциального барьера

Исходя из предположений, сделанных в предыдущем разделе статьи, оценить значение классического потенциального барьера исследуемой реакции можно по формулам:

$$\sqrt{E_e} = \frac{(d_i)^2}{1-\alpha^2} (1-\alpha) \sqrt{1-(1-\alpha^2) \frac{\Delta H_i}{(d_i)^4}}, \text{ если } \alpha \neq 1; \quad (17)$$

$$\sqrt{E_e} = 0,5 (d_i)^2 \frac{\Delta H_i}{2 (d_i)^2}, \text{ если } \alpha = 1. \quad (18)$$

Таблица 1

Расчет энергий диссоциации связей D_i в олефинах по кинетическим данным.
 T – температура в К, k_i – константа скорости реакции, k_1 – константа скорости опорной реакции, E_{ei} – энергия активации реакции, D_1 – энергия диссоциации связи реакции – центра кластера, ΔD_i – приращение энергии диссоциации связей, n_1 и n_i – число атакуемых связей в опорном и исследуемом реагентах

Ра- ди- кал	Реагент	$R_1 H D_1$ кДж/моль	T	k_i/k_1	n_1/n_i	ΔE_{ei}	ΔD_i	D_i	Л-ра
$C^\circ H_3$	цикло-[CH = CHC{-H}(CH ₂) ₄]	Циклогексен 341,5	350	0,63	1,00	1,60	5,08	346,9	[11]
$C^\circ H_3$	цикло-[CH = CHC{-H}(CH ₂) ₅]	Циклогексен 341,5	343	0,23	1,00	4,20	15,27	356,8	[11]
$C^\circ H_3$	цикло-[CH = CHC{-H}(CH ₃)(CH ₂) ₂]	Циклогексен 341,5	353 353 333	1,35 0,86 1,14	4,00	-4,95 -3,63 -4,18	-14,28 -10,38 -11,99	327,2 331,1 329,5 329,3	[1] [4]
$C^\circ H_3$	цикло-[CH = CHCH = CHCH{-H}CH ₂]	Циклогексен 341,5	333	1,93	2,00	-3,72	-10,04	330,9	[11]

В табл. 2 приведен пример расчета по формуле (14) для уже рассмотренного нами кластера 27. Центром кластера является реакция {метан + кумол} с $d = 4,2$.

Таблица 2

Энергии активации реакций алкильных радикалов с C–H связью органических соединений $R^\circ + R_1 H \rightarrow RH + R_1^\circ$ при различных T

$R_1 H$	E (кДж/моль)	
	$C^\circ H_3$	$CH_3(CH_2)_9 C^\circ H_2$
$C_6 H_5 CH(CH_3)_2$	16,8 (T = 338 K) [10]	26,7 (T = 373 K) [5]
$C_6 H_5 CH_3$	28,2 (T = 338 K)	32,7 (T = 373 K)
$CH_2 = C(CH_3)_2$	28,6 (T = 338 K) [9]	12,9 (T = 373 K)
цикло-[C(O)(CH ₂) ₄]	28,9 (T = 338 K) [2]	49,8 (T = 373 K)
$CH_3 CH_2 C(O) CH_2 CH_3$	23,4 (T = 338 K) [2]	51,5 (T = 373 K)

Полученные данные находятся в хорошем согласии с экспериментальными данными в пределах ошибки $\pm 2,5$ кДж/моль (для указанных литературных источников).

Заключение

В статье приведены результаты кластеризации экспериментальной выборки радикальных реакций отрыва типа $R^\circ + R_1 H \rightarrow RH + R_1^\circ$ алгоритмами к-средних. Показано, что полученное разбиение отличается от классификации, построенной экспертным путем.

На основе построенной кластеризации радикальных реакций отрыва пред-

ложен метод оценки энергии диссоциации C–H-связи по кинетическим и термохимическим данным для таких реакций с использованием координат центра кластера в построенном метрическом пространстве. Результаты полученного прогноза для контрольной выборки реакций находятся в хорошем согласии с экспериментальными данными.

В рамках построенной кластеризации предложен метод прогноза реакционной способности реакций радикального отрыва по термохимическим данным с использованием координат центра кластера.

Список литературы

1. Березин И.В. Влияние структуры и среды на реакционную способность углеводородов в реакциях с метильными радикалами в жидкой фазе / И.В. Березин, О. Добиш // ДАН СССР. – 1962. – Т. 144. № 2. – С. 374–377.
2. Относительная реакционная способность кетонов при взаимодействии их со свободными метильными радикалами. / И.В. Березин, В.Л. Иванов, Н.Ф. Казанская, Н.Н. Угарова // Журнал физической химии. – 1965. – Т. 39. – № 12. – С. 3011–3014.
3. Денисов Е.Т. Новые эмпирические модели реакций радикального отрыва // Успехи химии. – 1997. – Т. 66. – № 10. – С. 953–971.
4. Добиш О. Реакционная способность углеводородов в реакциях с метильными радикалами: дис. ... канд. хим. наук. – М.: МГУ, 1962.
5. Жавнерко Г.К. Реакции sec-гептил радикалов с C-H-связями алкилароматических и алифатических углеводородов / Г.К. Жавнерко, В.Е. Агабеков, Л.В. Бересневич // Кинетика и катализ. – 1988. – Т. 29. – № 1. – С. 54–58.
6. Туманов В.Е. Оценка энергий диссоциации C-H-связей в углеводородах и энthalпий образующихся из них радикалов на основе кинетических данных / В.Е. Туманов, Е.Т. Денисов // Нефтехимия. – 2001. – Т. 41. – № 2. – С. 108–117.
7. Система научной осведомленности по физической химии радикальных реакций / В.Е. Туманов, А.И. Прохоров, Д.Ю. Лазарев, М.Е. Соловьева // Информационные ресурсы России. – 2010. – № 5. – С. 16–21.
8. Bezdek J.C. Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algorithms. – New York, Plenum Press, 1981. – 256 p.
9. Buckley R.P. Reactions of methyl radicals with substrates acting as hydrogen donors and as methyl radical acceptors / R.P. Buckley, F. Leavitt, M. Szwarc // J. Am. Chem. Soc. – 1956. – Vol. 78. – № 21. – P. 5557–5560.
10. Eachus A. S. Reactions of methyl radicals with aromatic hydrocarbons. / A. S. Eachus, J. A. Meyer, J. Pearson, M. Szwarc // J. Am. Chem. Soc. – 1968. – Vol. 90. – № 14. – P. 3646–3650.
11. Gresser J. Methyl affinities of some cyclic olefins and polyenes // J. Gresser, A. Rajbenbach, M. Szwarc // J. Am. Chem. Soc. – 1961. – Vol. 83, № 14. – P. 3005–3008.
12. Luo Y.-R. Comprehensive Handbook of Chemical Bond Energies. – CRC Press, Boca Raton, London – New York, 2007. – 1655 p.
13. Miyamoto S., Ichihashi H., Honda K. Algorithms for Fuzzy Clustering. Methods in c-Means Clustering with Applications. – Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008. – 244 p.
14. v zhidkoj faze / I.V. Berezin, O. Dobish // DAN SSSR. 1962. T. 144. no. 2. pp. 374–377.
15. Berezin I.V. Otnositel'naja reakcionnaja sposobnost' ketonov pri vzaimodejstvii ih so svobodnymi metil'nymi radikalami. / I.V. Berezin, V.L. Ivanov, N.F. Kazanskaja, N.N. Ugarova // Zhurnal fizicheskoj himii. 1965. T. 39. no. 12. pp. 3011–3014.
16. Denisov E.T. Novye jempiricheskie modeli reakcij radikal'nogo otrывa / E.T. Denisov // Uspehi himii. 1997. T. 66. no. 10. pp. 953–971.
17. Dobish O. Reakcionnaja sposobnost' uglevodorodov v reakcijah s metil'nymi radikalami. Diss. kandidata himicheskikh nauk. M.: MGU. 1962.
18. Zhavnerko G.K. Reakcii sec-geptil radikalov s C-H-svjazjami alkilaromatičeskikh i alifaticheskikh uglevodorodov / G.K. Zhavnerko, V.E. Agabekov, L.V. Beresnevich // Kinetika i kataliz. 1988. T. 29. no. 1. pp. 54–58.
19. Tumanov V.E. Ocenka jenergij dissociacii S-H-svjazej v uglevodorodah i jental'p'ij obrazujushhihsja iz nih radikalov na osnove kinetičeskikh dannyh / V.E. Tumanov, E.T. Denisov // Neftehimija. 2001. T. 41. no. 2. pp. 108–117.
20. Tumanov V.E. Sistema nauchnoj osvedomlennosti po fizicheskoj himii radikal'nyh reakcij / V.E. Tumanov, A.I. Prohorov, D.Ju. Lazarev, M.E. Solov'eva // Informacionnye resursy Rossii. 2010. no. 5. pp. 16–21.
21. Bezdek J.C. Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algorithms. New York, Plenum Press, 1981. 256 p.
22. Buckley R.P. Reactions of methyl radicals with substrates acting as hydrogen donors and as methyl radical acceptors / R.P. Buckley, F. Leavitt, M. Szwarc // J. Am. Chem. Soc. 1956. Vol. 78. no. 21. pp. 5557–5560.
23. Eachus A.S. Reactions of methyl radicals with aromatic hydrocarbons. / A. S. Eachus, J. A. Meyer, J. Pearson, M. Szwarc // J. Am. Chem. Soc., 1968, Vol. 90, no. 14, pp. 3646–3650.
24. Gresser J. Methyl affinities of some cyclic olefins and polyenes. / J. Gresser, A. Rajbenbach, M. Szwarc // J. Am. Chem. Soc., 1961, Vol. 83, no. 14, pp. 3005–3008.
25. Luo Y.-R. Comprehensive Handbook of Chemical Bond Energies. CRC Press, Boca Raton, London New York, 2007. 1655 p.
26. Miyamoto S., Ichihashi H., Honda K. Algorithms for Fuzzy Clustering. Methods in c-Means Clustering with Applications. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008. 244 p.

References

1. Berezin I.V. Vlijanie struktury i sredy na reakcionnuju sposobnost' uglevodorodov v reakcijah s metil'nymi radikalami

Рецензенты:

Волохов В.М., д.ф.-м.н., зав. отделом, ИПФХ РАН, г. Черногловка;
Психа Б.Л., д.х.н., зав. лаб., ИПФХ РАН, г. Черногловка.

Работа поступила в редакцию 27.05.2013.

УДК 544.18:543.[424.2 + 428.3/.4]:541.49:546.64

КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ СПЕКТРОВ И ЭЛЕКТРОННОЙ СТРУКТУРЫ ХЕЛАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ ИТТРИЯ

¹Харченко В.И., ¹Чередниченко А.И., ²Алексейко Л.Н.

¹ФГБУН «Институт химии ДВО РАН», Владивосток, e-mail: vikharchenko@ich.dvo.ru;

²ФГАОУ ВПО «Дальневосточный федеральный университет»,
Владивосток, e-mail: alexeiko.ln@mail.ru

С целью описания колебательной структуры и характеристик электронного строения хелатных комплексов иттрия $Y(NO_3)_3(HMPA)_3$ и $Y(BTFA)_2NO_3(TPPO)_2$ (ГМФА – гексаметилфосфотриамид, БТФА – бензоилтрифторацетонат-анион, ТФФО – трифенилфосфиноксид) квантово-химическим методом в рамках теории функционала плотности изучены их геометрическая структура и электронное строение. В вакуумном приближении методом DFT с гибридным обменно-корреляционным функционалом PBE0, Штутгартским псевдопотенциалом и базисом ECP28MWB (Y) рассчитана колебательная структура данных комплексов, дана интерпретация особенностей их экспериментальных колебательных и рентгеновских фотоэлектронных спектров. По результатам моделирования сделаны выводы о наиболее вероятных центрах локализации валентных фотоэлектронов при образовании катиона в данных молекулярных системах. Определено влияние изменения геометрии комплексов на их колебательную структуру. Сделаны предположения о взаимосвязи между электронными характеристиками лигандов, основными модами колебаний и параметрами рентгеновских фотоэлектронных спектров данных хелатных соединений иттрия.

Ключевые слова: хелаты, иттрий, квантово-химические расчеты, колебательный спектр, электронная структура, рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия

QUANTUM-CHEMICAL CALCULATIONS OF VIBRATIONAL SPECTRA AND ELECTRONIC STRUCTURE OF ITTRIUM CHELATE COMPLEXES

¹Kharchenko V.I., ¹Cherednichenko A.I., ²Alexeiko L.N.

¹Institute of Chemistry, Far-Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences,

Vladivostok, e-mail: vikharchenko@ich.dvo.ru;

²Far-Eastern Federal University, Vladivostok, e-mail: alexeiko.ln@mail.ru

In order to consider the vibrational structure and electronic structure characteristics of yttrium chelate complexes $Y(NO_3)_3(HMPA)_3$ and $Y(BTFA)_2NO_3(TPPO)_2$ (HMPA – hexamethylphosphotriamide, BTFA – benzoiltrifluoroacetate-anion, TPPO – triphenylphosphine oxide), their structural parameters and electronic structure were studied by the quantum chemical method within the density functional theory. The vibrational structure of these complexes was calculated by the DFT method with the hybrid exchange-correlation functional PBE0, Stuttgart pseudopotential and basis ECP28MWB (Y) in the vacuum approximation. Features of their experimental vibrational and X-ray photoelectron spectra were specified. According to the performed simulations, the conclusions were done about the most likely centers of valent photoelectron localizations at the cation appearance in these molecular systems. An effect of the geometry change on the compound vibrational structure was revealed. Assumptions were given about a relationship between the ligand electronic parameters, the main vibrational modes and X-ray photoelectron spectrum characteristics of these chelate yttrium compounds.

Keywords: chelates, yttrium, quantum chemical calculations, vibrational spectrum, electronic structure, X-ray photoelectron spectroscopy

Большинство хелатных комплексов редкоземельных элементов (РЗЭ), включая соединения иттрия, характеризуется повышенной фотохимической активностью, что представляет практический интерес для фотоники и квантовой сенсорики [1–4]. Изучение особенностей колебательных и рентгеновских фотоэлектронных (РФЭ) спектров может способствовать пониманию механизма триболоминесценции (ТЛ) хелатов РЗЭ, что актуально в связи с потребностью создания наноструктурированных оптических сенсоров нового поколения для мониторинга механических повреждений в критических устройствах. В работе [3] описан впервые полученный экспериментальный спектр ТЛ комплекса европия (III) состава $Eu(NO_3)_3(ГМФА)_3$ (ГМФА – гексаметилфосфотриамид). Ранее авторами про-

ведены экспериментальные исследования электронных переходов и квантово-химическое моделирование структуры, возбужденных состояний и спектров поглощения фосфаалкенов как перспективных лигандов [8], и аналогов комплекса европия (III) – хелатов иттрия $Y(NO_3)_3(ГМФА)_3$ (I) и $Y(BTFA)_2NO_3(ТФФО)_2$ (II) (БТФА – бензоилтрифторацетонат, ТФФО – трифенилфосфиноксид) [2, 4].

Целью настоящей работы является квантово-химическое исследование взаимосвязи параметров электронного строения, колебательной структуры и характеристик РФЭ спектров хелатных комплексов иттрия I и II.

Материалы и методы исследования

Квантово-химическое моделирование колебательной структуры и характеристик РФЭ спектров хелатных соединений I и II выполнено с помощью

программного комплекса GAMESS-US (версия 01.05.2012 (R1)) [7] в вакуумном приближении методом функционала плотности DFT с гибридным обменно-корреляционным функционалом PBE0 [5], Штутгартским псевдопотенциалом и базисом ECP28MWB (Y) [9]. Функционал PBE0 лучше воспроизводит электронные и спектральные характеристики комплексов d- и f-элементов [2, 4], чем применяемый для элементов I–III периодов функционал B3LYP [6].

Результаты исследования и их обсуждение

С целью изучения морфологии поверхности веществ I и II с помощью сканиру-

ющего электронного микроскопа (СЭМ) получены изображения кристаллических частиц данных соединений (рис. 1) [4]. Развита поверхность кристаллической фазы имеет многочисленные поры, что говорит о перспективности данных веществ для создания многофункциональных композиционных материалов с управляемыми фотохимическими свойствами.

Согласно квантово-химическим расчетам, геометрические параметры хелатных комплексов I, II удовлетворительно согласуются с экспериментальными данными [4].

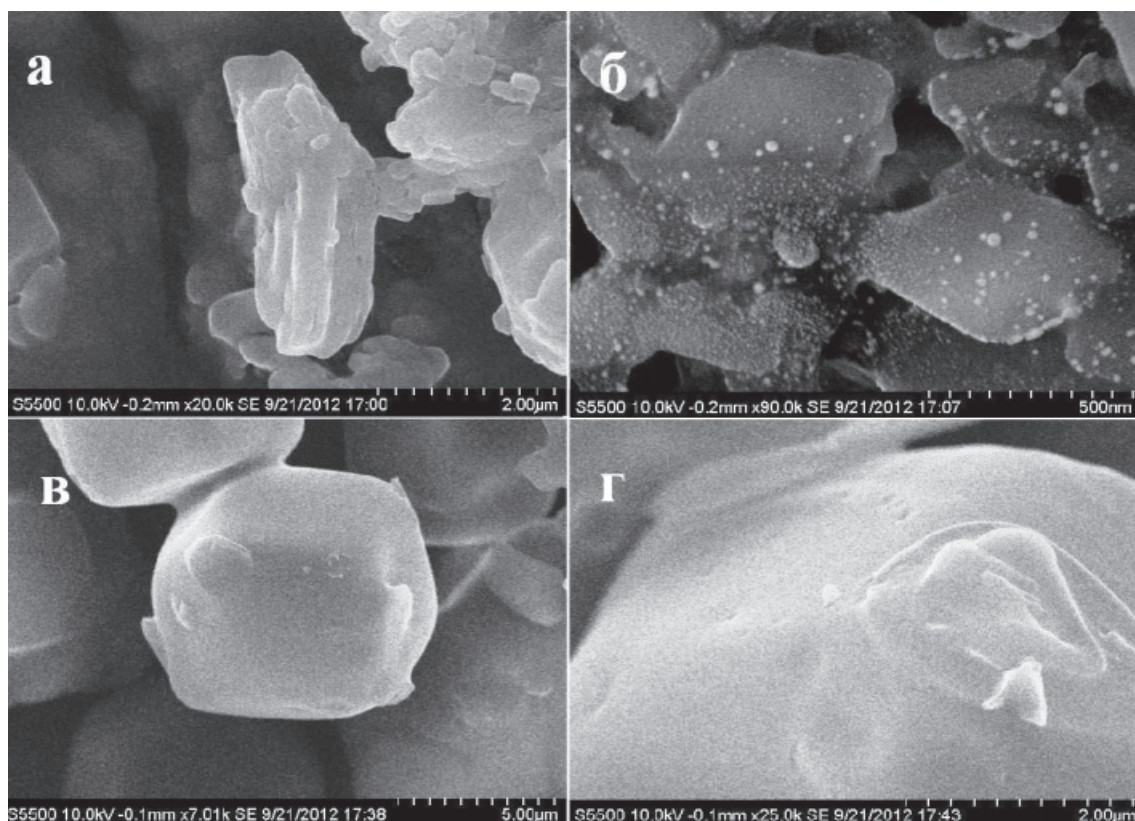


Рис. 1. СЭМ изображения частиц соединений I (а, б) и II (в, з) [4]

Сопоставление модельных и экспериментальных спектров комбинационного рассеяния (КР) и анализ расчетных инфракрасных (ИК) спектров показали, что наиболее интенсивные полосы экспериментальных колебательных спектров хелатных соединений иттрия I и II обусловлены модами колебаний атомов лигандов (рис. 2, 3):

хелатный комплекс I: в области 600 см^{-1} – валентные колебания PN, PO, NC и деформационные колебания CNC нейтрального лиганда ГМФА; 1000 см^{-1} – валентные колебания YO(P) и NO и деформационные колебания ГМФА; $1500\text{--}1600\text{ см}^{-1}$ – деформационные колебания групп CH_2 ; $3000\text{--}3200\text{ см}^{-1}$ – валентные колебания CH.

хелатный комплекс II: в области 600 см^{-1} – деформационные колебания ароматических колец ТФФО; 1000 см^{-1} – валентные колебания YO(P) и NO и деформационные колебания CH ароматических колец БТФА и ТФФО; $1500\text{--}1600\text{ см}^{-1}$ – деформационные колебания CH в БТФА и ТФФО; $3000\text{--}3200\text{ см}^{-1}$ – валентные колебания CH в лигандах БТФА и ТФФО.

Установлено, что моды, связанные с колебаниями иона Y^{3+} , имеют малую интенсивность и проявляются лишь в области $100\text{--}200\text{ см}^{-1}$.

Таким образом, наиболее вероятные центры возбуждения колебательно-вращательных переходов локализованы на ли-

гандах ГМФА, БТФА и ТФФО. Результаты квантово-химических расчетов показали, что структурные эффекты существенно влияют на характеристики колебаний.

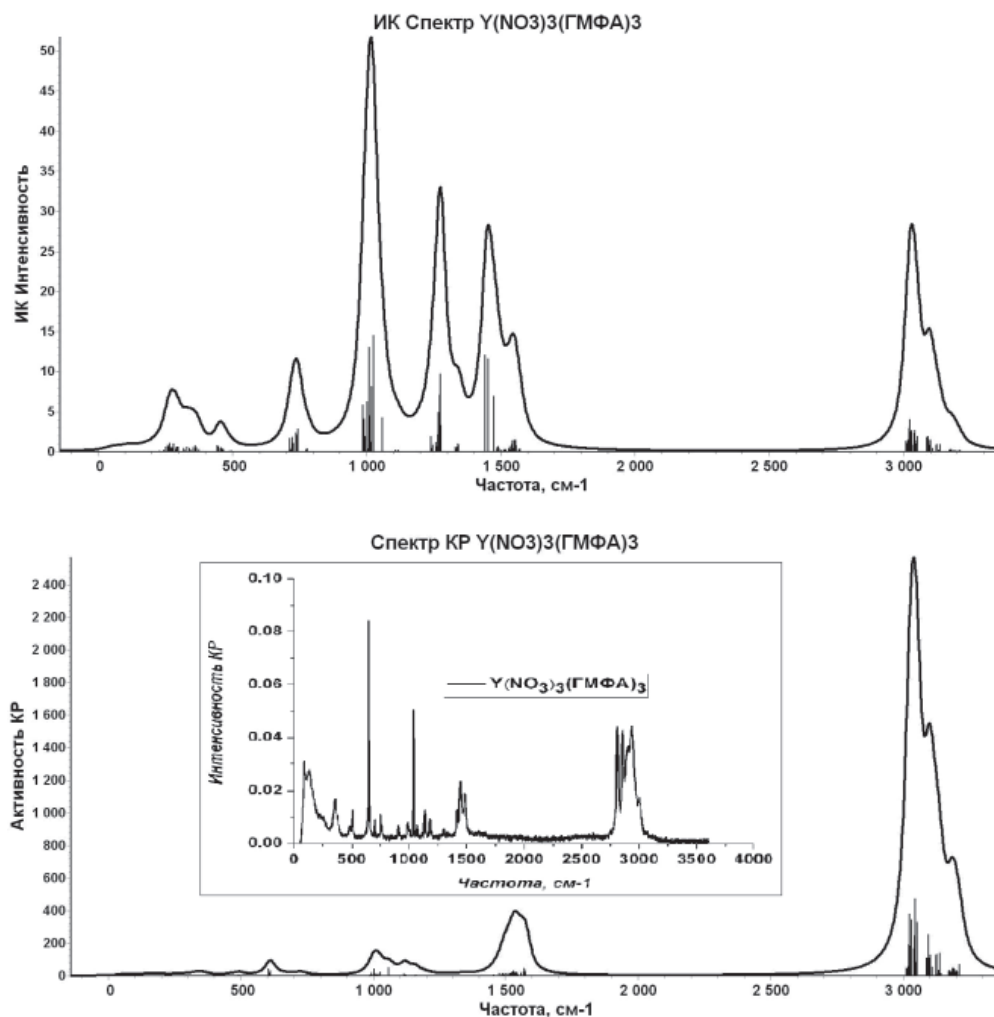


Рис. 2. Рассчитанные ИК и КР спектры комплекса I (на вкладке – экспериментальный спектр КР [4])

Квантово-химические расчеты параметров молекулярных орбиталей (МО) позволили интерпретировать валентную область экспериментальных РФЭ спектров комплексных соединений $Y(NO_3)_3(ГМФА)_3$ и $Y(БТФА)_2NO_3(ТФФО)_2$ (рис. 4) [4]. Верхняя занятая МО (ВЗМО) хелатного комплекса I представляет собой n_N -МО, характеризующую электроны неподеленной электронной пары (НЭП) атома азота лиганда ГМФА (рис. 5). К данным электронным уровням отнесена полоса А экспериментального РФЭ спектра (рис. 4, б). ВЗМО хелата II является π -МО, характеризующей электроны π -системы хелатного кольца, с небольшим вкладом n_O -МО, характеризующей электроны НЭП атома кислорода хелатного кольца лиганда БТФА (рис. 5, полоса А, рис. 4, в).

Из сопоставления теоретических данных с экспериментальными спектрами установлено, что полосам в спектрах валентной области данных молекулярных систем соответствуют электроны, локализованные на лигандах.

Анализ связи атома металла – комплексообразователя с лигандами при замещении NO_3 на БТФА и нейтрального лиганда ГМФА на ТФФО проведен по данным РФЭС. Выявленное увеличение энергии связи $Y3d_5$ - электронов для соединения II на 1,06 эВ обусловлено ростом положительного заряда на атоме металла, что приводит к увеличению прочности связи металл – лиганд. Анализ изменений структуры и энергий связи уровней $O1s$, полученных из РФЭ спектров, указывает на увеличение ионной составляющей связи металл – лиганд для соединения с БТФА.

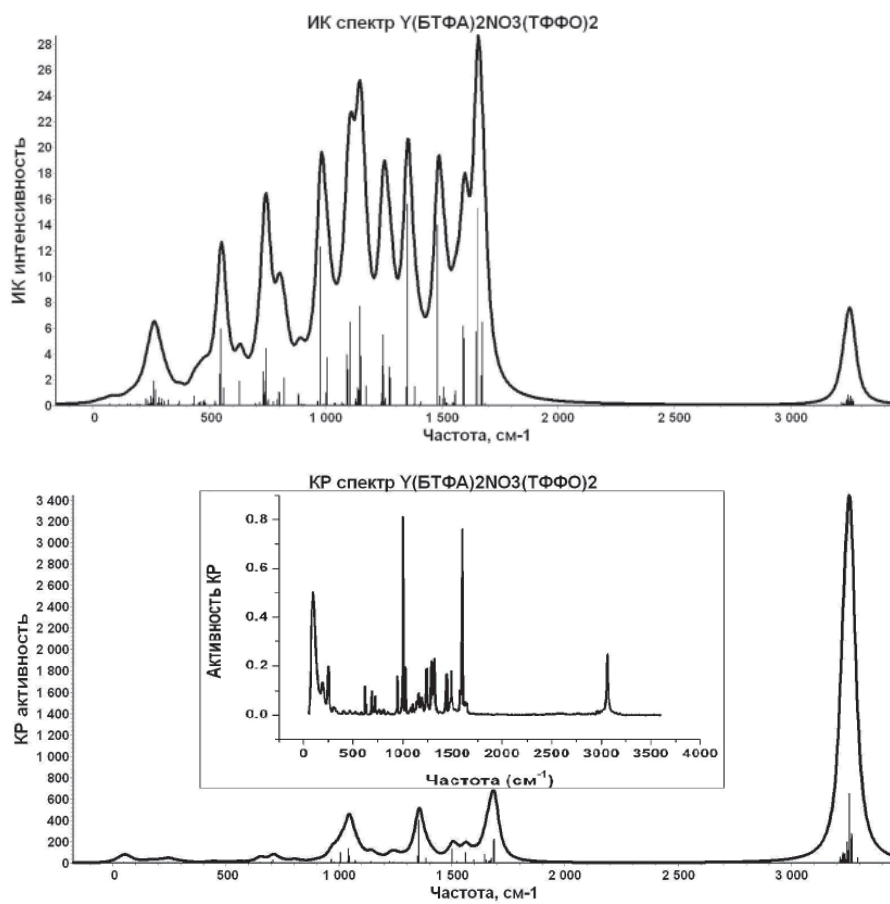


Рис. 3. Рассчитанные колебательные спектры комплекса II
(на вкладке – экспериментальный спектр КР [4])

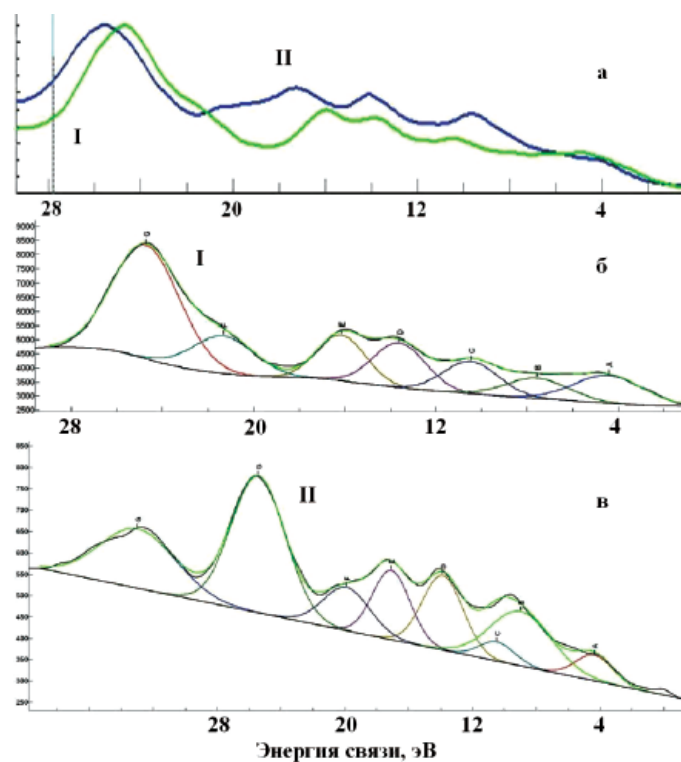


Рис. 4. Валентная область экспериментальных РФЭ спектров комплексов I и II [4]

Квантово-химическое моделирование электронного строения и интерпретация на этой основе экспериментальных РФЭ спектров комплексных соединений I и II показана,

что структура валентных электронных уровней определяется особенностями геометрического строения и электронными параметрами лигандов.

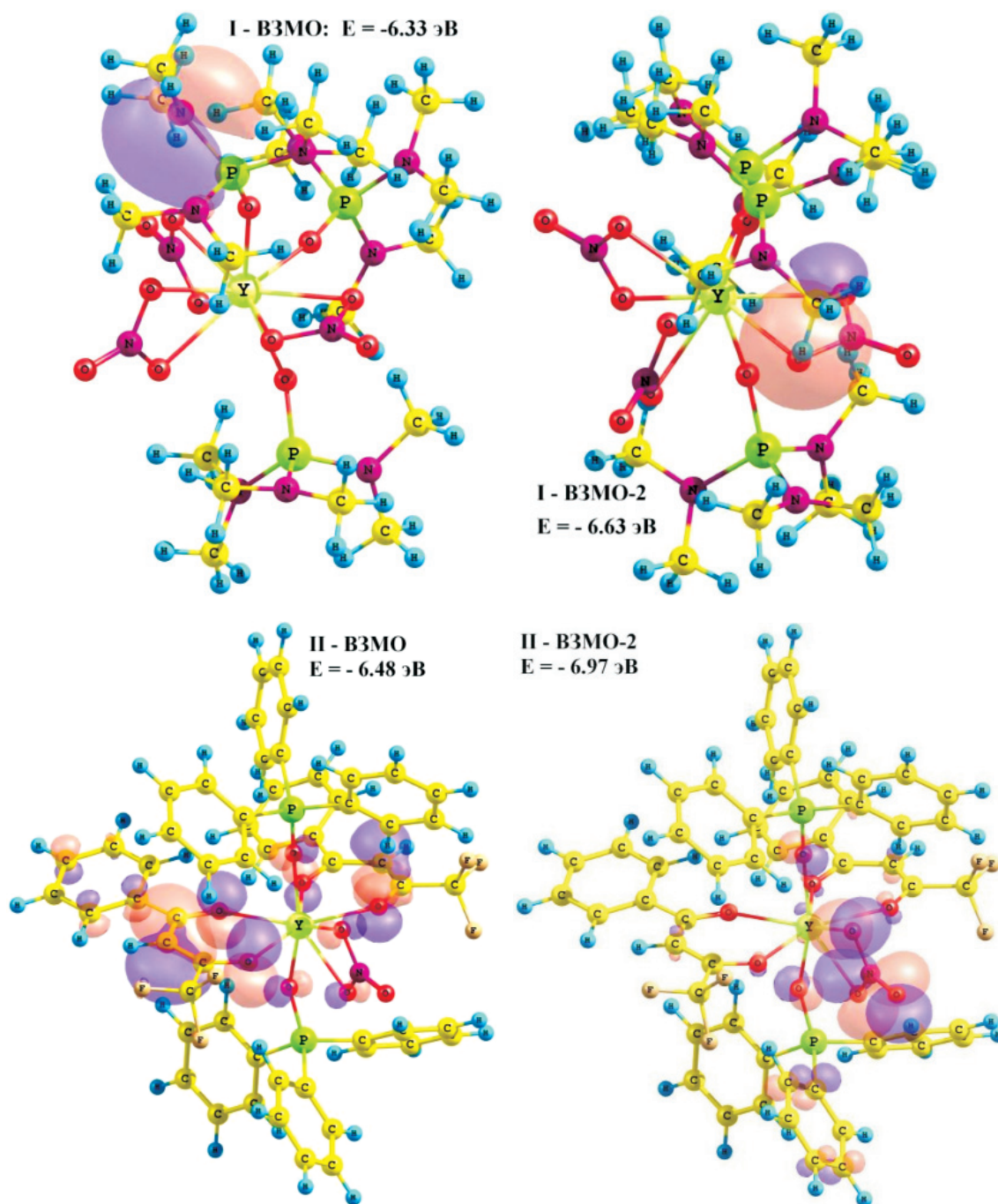


Рис. 5. Вид и энергии ВЗМО комплексов $Y(NO_3)_3(GMFA)_3$ и $Y(BTFA)_2NO_3(TFFO)_2$

Выводы

Методом функционала плотности DFT/PBE0/ECR28MWB(Y) в вакуумном приближении рассчитаны колебательная структура и электронное строение хелатных комплексов иттрия $Y(NO_3)_3(GMFA)_3$

и $Y(BTFA)_2NO_3(TFFO)_2$. На основе полученных данных проведена интерпретация экспериментальных КР и РФЭ спектров. Показано, что особенности геометрического строения и электронные эффекты лигандов существенно влияют как на частоты и интенсивность колебаний, так и на энер-

гии связи данных молекулярных систем. Выявлена корреляционная зависимость между основными частотами колебаний, энергиями связи электронов хелатных комплексных соединений и электронными характеристиками лигандов, полученными из теоретических расчетов.

Установлено, что наиболее интенсивные полосы в валентной области РФЭ спектров относятся к электронным уровням НЭП атомов азота ГМФА хелатного комплекса I и π -системам хелатного кольца и НЭП атомов кислорода хелатного кольца БТФА хелата II.

Работа проводилась при частичной финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках государственного задания Дальневосточного федерального университета № 3.2261.2011.

Авторы благодарны Курявому В.Г., с.н.с. лаборатории фторидных материалов Института химии ДВО РАН за получение СЭМ изображений исследуемых комплексов.

Список литературы

1. Буквецкий Б.В., Петроченкова Н.В., Мирочник А.Г. Кристаллическая структура и люминесценция метакрилата тербия (III) // Журн. структ. химии. – 2010. – Т. 51, № 1. – С. 200–203.
2. Квантово-химическое исследование электронного строения и возбужденных состояний хелатных комплексов иттрия / В.И. Харченко, Л.Н. Алексейко, Мирочник А.Г., Жихарева П.А., Чередниченко А.И. // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 6, Ч. 4. – С. 901–905.
3. Кристаллическая структура и триболоминесценция центросимметричного комплекса $[\text{Eu}(\text{NO}_3)_3(\text{ГМФА})_3]$ / Б.В. Буквецкий, А.Г. Мирочник, П.А. Жихарева, В.Е. Карасев // Журн. структ. химии. – 2010. – Т. 51, № 6. – С. 1200–1205.
4. Стабилизация комплексов иттрия и лантана: квантово-химическое моделирование и экспериментальное исследование / В.И. Харченко, Л.Н. Алексейко, А.И. Чередниченко, П.А. Жихарева, А.Г. Мирочник, И.А. Курбатов, Н.А. Кравченко // Математическое и компьютерное моделирование в биологии и химии. Перспективы развития: сб. трудов Межд. Интернет-конф. – Казань, 28–30 мая 2012. – С. 176–177.
5. Adamo C., Barone V. Toward reliable density functional methods without adjustable parameters: The PBE0 model // J. Chem. Phys. – 1999. – Vol. 110, № 13. – P. 6158–6171.
6. Becke A. D. Density-functional thermochemistry. III. The role of exact exchange // J. Chem. Phys. – 1993. – Vol. 98, № 7. – P. 5648–5652.
7. General Atomic and Molecular Electronic-Structure System / M.W. Schmidt, K.K. Baldridge, J.A. Boatz, S.T. Elbert, M.S. Gordon, J.H. Jensen, S. Koseki, N. Matsunaga, K.A. Nguyen, S.J. Su, T.L. Windus, M. Dupius, J.A. Montgomery // J. Comp. Chem. – 1993. – Vol. 14, № 11. – P. 1347–1363.
8. Halogen effects on the electronic characteristics of $\text{C}=\text{C}$, $\text{N}=\text{C}$, $\text{P}=\text{C}$ bonds / V.I. Kharchenko, L.N. Alexeiko, V.V. Penkovsky, S.A. Pavlenko, A.V. Kashin // J. Mol. Struct (Theochem). – 1991. – Vol. 233. – P. 35–44.
9. Martin J.M.L., Sundermann A. Correlation consistent valence basis sets for use with the Stuttgart-Dresden-Bonn relativistic effective core potentials: The atoms Ga-Kr and In-Xe // J. Chem. Phys. – 2001. – Vol. 114, № 8. – P. 3408–3420.

Рецензенты:

Кавун В.Я., д.х.н., заведующий лабораторией химической радиоспектроскопии, ФГБУН «Институт химии ДВО РАН», г. Владивосток;

Гончарук В.К., д.х.н., профессор, заведующий лабораторией оптических материалов, ФГБУН «Институт химии ДВО РАН», г. Владивосток.

Работа поступила в редакцию 03.06.2013.

УДК 577.352.4

ДИСРЕГУЛЯЦИЯ NO/CGMP/CADPR/CA²⁺-СИГНАЛЬНОГО ПУТИ В СОСУДАХ И МИОКАРДЕ СПОНТАННО ГИПЕРТЕНЗИВНЫХ КРЫС

¹Андреева Л.А., ¹Накипова О.В., ¹Сергеев А.И., ^{1,2}Аверин А.С., ³Лобанов А.В.,
³Рыков В.А., ¹Чемерис Н.К., ²Гришина Е.В., ³Мурашев А.Н., ²Дынник В.В.

¹ФГБУН «Российской академии наук Институт биофизики клетки РАН», Пущино;

²ФГБУН «Российской академии наук Институт теоретической
и экспериментальной биофизики РАН», Пущино;

³ФГБУН «Российской академии наук филиал Института биоорганической химии имени
академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова», Пущино, e-mail: dynnik@rambler.ru

Цель. В сравнительных экспериментах исследовать влияние фенилэфрина (PE) и ацетилхолина (Ach) на сократительные свойства аорты крыс в условиях гипертензии (ГТ). Материалы и методы. Использованы здоровые крысы линии WKY (8-10 недель и 10 месяцев) и спонтанно-гипертензивные крысы SHR (возраст 10 месяцев, артериальное давление AD > 200 mmHg) с недостаточностью сердца; стандартные методы регистрации AD и методы регистрации силы сокращений образцов аорты и папиллярных мышц миокарда. Результаты. Показано, что у крыс SHR, с недостаточностью сердца, регистрируемой как отсутствие «эффекта паузы» и изменения зависимости силы сокращений (F) от частоты стимуляции (f), отсутствует расслабляющий эффект Асина сокращения сосудов, вызываемое PE. Введение донора NO-SNP или ингибитора ADP-рибозилциклазы (или CD38) – никотинамида (NAM) обеспечивает полное сокращение сосудов в этих условиях. Прием многокомпонентного состава «Хелпер-1» улучшает характеристики «эффекта паузы» в папиллярных мышцах без улучшения сократительных свойств образцов аорты (F(f)). Выводы. Дисрегуляция автокаталитического Ca²⁺/NOS/NO/sGS/cGMP/PKG/CD38/cADPr/RyR/Ca²⁺ – сигнального пути в эндотелии и миоцитах сосудов может быть одним из основных факторов дисфункции эндотелия и гипертензии сосудов.

Ключевые слова: дисрегуляция, Ca²⁺-сигнальные пути, NO, гипертензия, папиллярная мышца, аорта

DYSREGULATION OF NO/CGMP/CADPR/CA²⁺-SIGNALLING PATHWAY IN AORTA AND MYOCARDIUM OF SPONTANEOUSLY HYPERTENSIVE RATS

¹Andreeva L.A., ¹Nakipova O.V., ¹Sergeev A.I., ^{1,2}Averin A.S., ³Lobanov A.V.,
³Rykov V.A., ¹Chemeris N.K., ²Grishina E.V., ³Murashev A.N., ²Dynnik V.V.

¹Institute of Cell Biophysics, Russian Academy of Sciences, Pushchino;

²Institute of Theoretical and Experimental Biophysics, Russian Academy of Sciences, Pushchino;

³Branch of Institute of bioorganical chemistry, Russian Academy of Sciences, Pushchino,
e-mail: dynnik@rambler.ru

Purpose. Comparative study of impairment of contractility of aorta rings and papillary muscles in Wistar-Kioto (WKY) and spontaneously hypertensive rats (SHR). Methods. Male WKY (2 and 10 month old) and SHR (10 month, with AD > 200 mm Hg) rats were used. Aortic rings and papillary ventricular muscle strips were studied using the method of isometric tension measurements. Results. Papillary muscles of SHR exhibit: abnormal Force (F) – frequency (f) relationships (initially independent and then weak negative dependence of F on f) and did not show rest potentiation response. Aortic rings of young WKY precontracted by phenylephrine (PE) show fast F oscillations (1 sec period) of low amplitude are relaxed by acetylcholine (Ach) which promotes slow F oscillations (30–60 sec) of high amplitude. In older WKY slow periodic regimes did not appear. Aortic rings of SHR did not relax in response to Ach. Donor of NO SNP or ADPRibosylcyclase inhibitor – nicotinamide or both produce relaxation of rings precontracted by PE. Treatment of SHR rats with the composition «Helper-1» (per os, 1 month) improves myocardial but not aortic contractile responses. Conclusions. Dysregulation of autocatalytic Ca²⁺/NOS/NO/sGS/cGMP/PKG/CD38/cADPr/RyR/Ca²⁺-signalling pathway in endothelium and myocytes may be related to endothelial dysfunction and myocytes hypertension in SHR.

Keywords: dysregulation, Ca²⁺-signalling, NO, hypertension, papillary muscles, aorta, SHR

Гипертензия (ГТ) сосудов является одним из основных риск-факторов развития сердечно-сосудистых и почечных заболеваний. Несмотря на существенный прогресс в понимании патофизиологических механизмов этого явления и широкого арсенала средств коррекции ГТ, основные молекулярные механизмы ГТ изучены недостаточно. ГТ характеризуется величинами диастолического/систолического артериального давления выше 90/140 мм. Hg. К числу факторов, способствующих усилению ГТ, относят

ожирение, алкоголь, стрессы, солевую диету и др. [8].

Развитие ГТ чаще всего связывают с усилением вазоконстрикции сосудов [2] и с увеличением входа Ca²⁺ в гладкомышечные клетки через различные каналы, в присутствии агонистов – норадреналина (NE, α-адренорецепторы), ангиотензина II, эндотелина-1 и др. и (или) с дисфункцией эндотелия и недостаточной продукцией ими факторов релаксации мышечных клеток сосудов – NO, H₂O₂, CO и производных

арахидоновой кислоты (АА) при действии ацетилхолина (АсН), брадикинина, NE (β – адренорецепторы) и др. [15].

Одним из важных показателей «нормального» состояния сосудистой системы является ритмическая активность сосудов, регистрируемая как Ca^{2+} колебания и волны в изолированных клетках гладких мышц [4] и эндотелия [3]; колебания силы сокращений сосудистых препаратов (препараты мышечных клеток и эндотелия сосудов) *in vitro* [6], ритмические сокращения и волны, возникающие в сосудах *in vivo* (регистрируемые с использованием методов лазерного или ультразвукового сканирования) [11]. Наличие таких автономных (эндогенных) периодических ритмов обычно связывают с наличием генератора колебаний в PLC/IP3/IP3-рецептор (IP3R)/ Ca^{2+} -сигнальном пути клеток [6,11], реже – в системе Ca^{2+} сигнализации с участием NO/cGMP/cADPr [4]. В условиях ГТ наблюдаемое ритмическое разнообразие утрачивается [6,11], поэтому анализ механизмов генерации периодических режимов в таких системах может быть важным инструментом при анализе механизмов дисрегуляции различных Ca^{2+} -сигнальных систем мышечных клеток и эндотелия и дисфункции сосудистой системы при ГТ. В качестве модели ГТ нами взяты спонтанно-гипертензивные крысы (SHR) линии Вистар-Киото (WKY). Ниже приведены результаты начального этапа сравнительных исследований сосудистых образцов и папиллярных мышц миокарда здоровых животных и животных с ГТ.

Материалы и методы исследования

В экспериментах использовали здоровых крыс линии WKY в возрасте 2–3 месяца и 10 месяцев, а также крыс с ГТ SHR в возрасте 10 месяцев. Показателями ГТ у животных SHR считали: устойчивое наличие высокого артериального давления в интервале 200–230 mmHg, регистрируемого с помощью прибора Nicolet ML-105 с капсулой Марра.

Половина животных из группы SHR (6 животных) получала с питьевой водой многокомпонентный состав гепатопротектора – БАД «Хелпер-1» («Х-1») из расчета 1,5 г/1 кг веса в день в течение 4 недель. Перед декапитацией животных использовали эфирный наркоз, затем быстро извлекали сердце и препараты аорты и помещали в аэрированные растворы Тироде. Исследования сократимости миокарда проводились на папиллярных мышцах (ПМ) правого желудочка сердца при температуре $30 \pm 1^\circ\text{C}$.

Выделение папиллярных мышц (ПМ), стимуляцию и измерение амплитуды сокращения в изометрическом режиме проводили по ранее описанной методике [10]. Механическая активность мышц регистрировалась с помощью механотрона 6X-2M и автоматизированной установки на основе РС и плат АЦП-ЦАП (L-Card 154 и L-Card E14-440). Исследование механических свойств сосудистой системы проводили на кольцевых сегментах (длина 3–3,5 мм) грудной

аорты по описанной ранее методике. Состав раствора Тироде для колец аорты (в моль/литр): Na + 150,0; K + 4,0; Mg2 + 1,0; Ca^{2+} + 2,0; HCO_3^- 12,0; HPO_4^{2-} 1,8; Cl⁻ 148,4; глюкоза 11,0; pH = 7,4). Регистрацию силы изометрического сокращения проводили с помощью механотрона 6X2M на ПК и Liner recorder TZ 4221 (Чехия) при температуре раствора 20°C . В работе использовались реагенты (в т.ч. агонисты и ингибиторы) TOCRIS bioscience.

Результаты исследования и их обсуждение

Сравнительное исследование на папиллярных мышцах. Большинство патологий сердца сопряжено с перегрузкой клеток по кальцию. Саркоплазматический ретикулум (СР) является одной из ключевых структур кардиомиоцитов, отвечающих за внутриклеточный гомеостаз Ca^{2+} и сократительный резерв [1, 9].

Для оценки роли СР в регуляции сократительной активности миокарда крыс использовался эффект потенциации паузой («эффект паузы»), который описан в методике. Во время интервала покоя внеклеточный Ca^{2+} продолжает поступать в клетку и аккумулироваться в СР, в результате чего при первом после паузы сокращении в цитоплазму (а не в саркоплазму) высвобождается значительно большее количество кальция, чем при ритмическом сокращении. «Эффект паузы» выражен в миокарде с хорошо развитым СР. В миокарде с ослабленной функцией СР (при патологических состояниях) – эффект потенциации паузой значительно снижен [1, 9].

На рис. 1, а приведен пример регистрации «эффекта паузы» в сердце здоровой крысы WKY – имеет место позитивное влияние длительности паузы t (с) на амплитуду силы сокращений первого после паузы ответа (F_1). «Эффект паузы» полностью подавляется риаудином – блокатором Ca^{2+} -каналов саркоплазматического ретикулума (СР) (рис. 1, б). Таким образом, амплитуда (F_1) первого сокращения после паузы определяется емкостью кальциевого пула СР сердечной клетки. Из данных, представленных на рис. 1, в, г видно, что эффект паузы практически отсутствует у крыс SHR, что свидетельствует о нарушении функционирования системы поддержания Ca^{2+} гомеостаза на уровне СР. Эти данные согласуются с результатами других авторов [13]. Судя по предварительным данным, после проведенного приема «Х-1» величина «эффекта паузы» изменяется у крыс SHR и становится подобной характеристике, регистрируемой у здоровых животных (рис. 1, в), что может свидетельствовать о нормализации процессов регуляции кальциевого гомеостаза на уровне СР у крыс SHR.

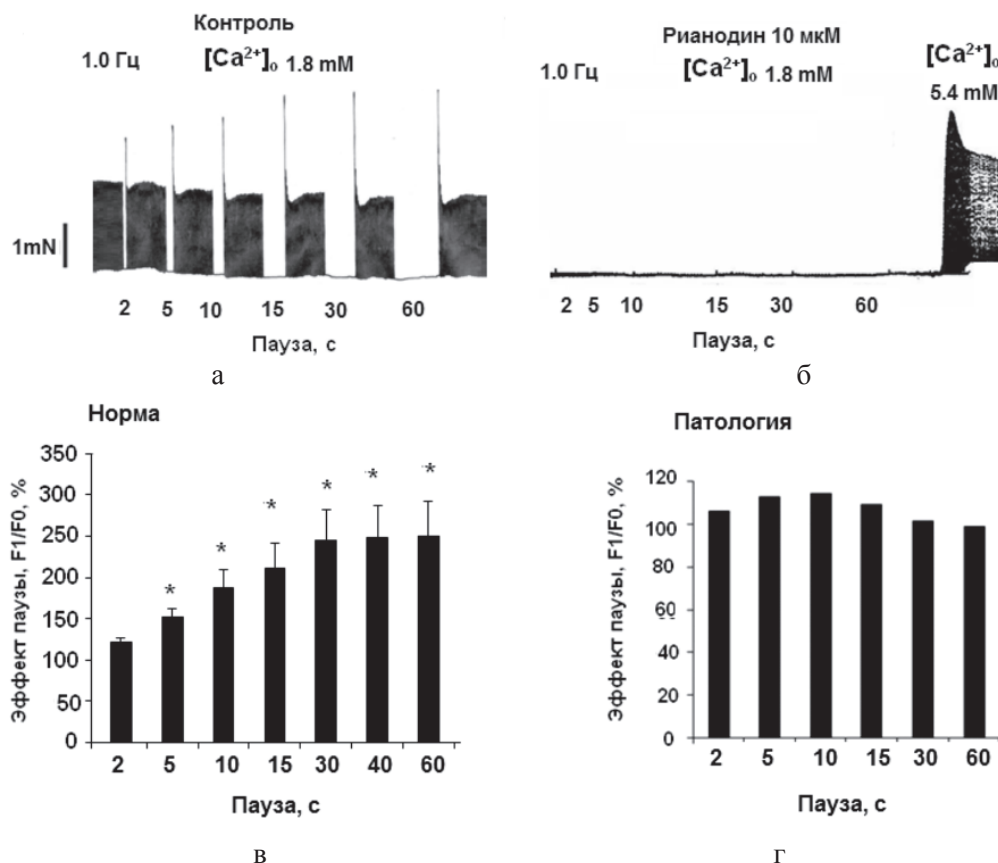


Рис. 1. Эффект паузы как качественный показатель содержания Ca^{2+} в саркоплазматическом ретикулуме:

А – типичный пример регистрации «эффекта паузы» в сердце крысы WKY (10 месяцев) на частоте стимуляции 1,0 Гц; Б – подавление эффекта паузы рианодином. Сокращения восстанавливаются только при повышении концентрации Ca^{2+} в составе перфузирующего раствора до 5,4 mM; В, Г – сравнительная картина эффекта паузы в ПМ крысы WKY (В) и SHR (Г). * – достоверность отличия потенцирующего эффекта паузы от его величины при длительности паузы 2 с ($p < 0,05$)

Сила сокращений $F(f)$, развиваемая полостями папиллярных мышц крыс SHR, в 3–4 раза ниже силы сокращений, развиваемых здоровыми животными. Ниспадающие кривые зависимости силы F от частоты стимуляции f – $F(f)$ наблюдаются у здоровых животных при низких частотах стимуляции и при увеличении f может иметь место рост силы F с увеличением частоты стимуляции f (не показано). Обычно такой рост F при физиологических частотах стимуляции связан с ростом Ca^{2+}_i в миокардиоцитах объясняется активацией выброса Ca^{2+} из рианодинового рецептора (RyR) при его фосфорилировании СаМКП [5]. В условиях гипертрофии и недостаточности миокарда [1, 9, 7] избыточное фосфорилирование RyR с участием РКА или СаМК II [12] может переводить канал в полуоткрытое состояние с ростом уровня Са_i в покое (в диастоле) с нарушением формы характерных для здоровых животных зависимостей

$F(f)$. У крыс SHR форма зависимости $F(f)$ существенно меняется. При малых частотах стимуляции f сила сокращений F почти не зависит от f , а при физиологических частотах стимуляции ($f > 1$ гЦ) сила сокращений F незначительно уменьшается с ростом f (не показано). У крыс SHR, принимавших «Х-1», кривая зависимости $F(f)$ имеет отрицательный наклон, однако рост силы сокращений при больших частотах стимуляции не восстанавливается (не показано). Учитывая положительные изменения эффекта паузы, можно говорить лишь о частичном улучшении сократительных функций миокарда при введении препарата «Х-1». В состав «Х-1» входят: L-карнитин, который может улучшать сократительную функцию мышц и снижать окислительный стресс при диабете 2 типа, а также L-аргинин – источник синтеза NO.

Сравнительные исследования на препаратах аорты. На рис. 2 представлены

данные записей силы сокращений (сила F) образцов кольца аорты здоровых животных WKY в возрасте 3 месяца (рис. 2, а) и 10 ме-

сяцев (рис. 2, б, в), а также крыс SHR, получавших чистую питьевую воду (рис. 2, г) и воду, содержащую состав «Х-1» (рис. 2, е).

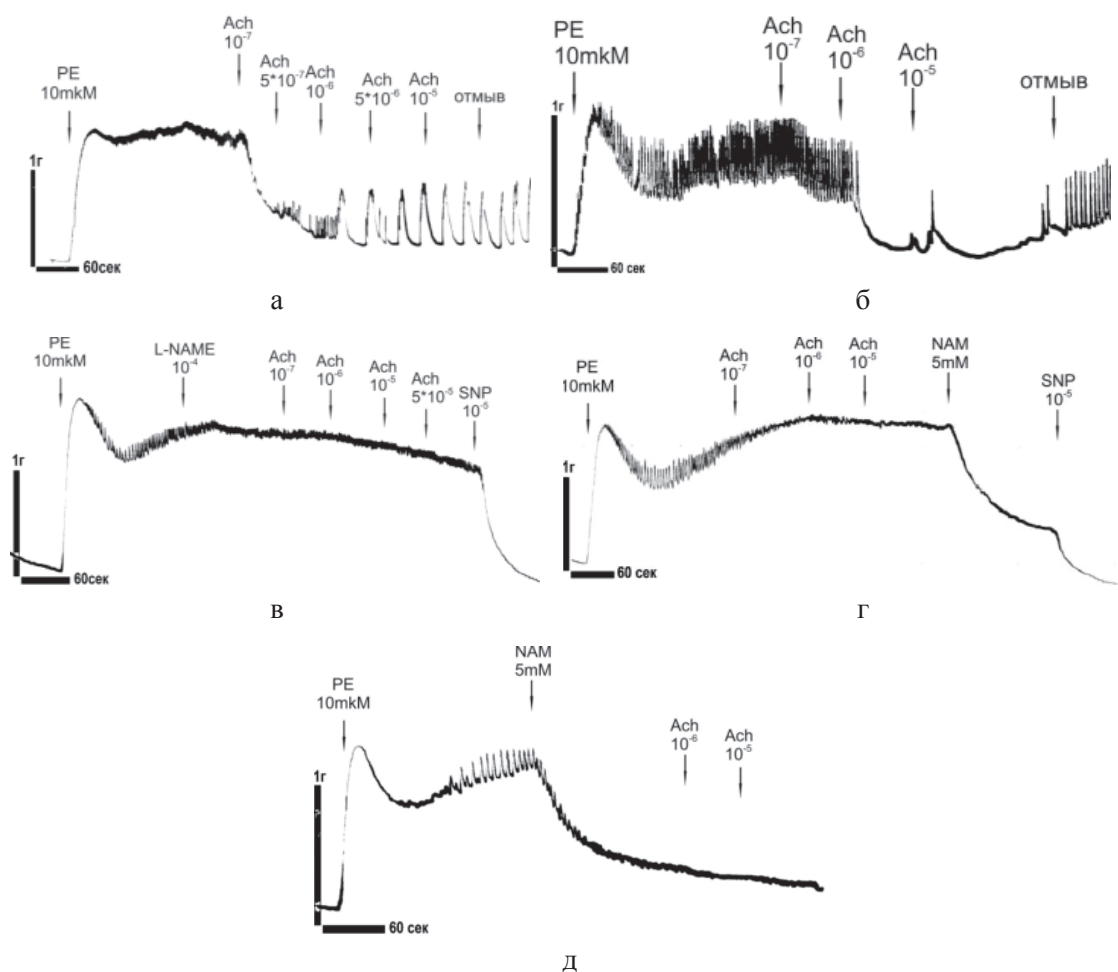


Рис. 2. Влияние PE и Ach на сокращение колец аорты здоровых крыс WKY в возрасте 3 месяцев (а) и 10 месяцев (б, в) и крыс SHR, не принимавших (г) и принимавших (Д) многокомпонентный состав «Х-1». Пояснение в тексте

Из рис. 2, а видно, что сокращение кольца аорты, вызванное PE, сопряжено с ритмическими изменениями величины F (с периодом 1–5 с). Аппликация Ach приводит к полному расслаблению образцов аорты с последующей генерацией медленных (период более 30 с) колебаний силы сокращений F высокой амплитуды. Генерация быстрых колебаний F обычно наблюдается в различных типах сосудов при аппликации NE, Ach и др. и объясняется наличием генератора колебаний в Ca^{2+} -сигнальной системе с участием PLC/IP3/IP3 рецептора [6, 11]. Медленные колебания F большой амплитуды (рис. 2, а) зарегистрированы впервые. У здоровых животных в возрасте 10 месяцев (рис. 2, б) наблюдаются только быстрые колебания F как при действии PE, так и при отмывке Ach. Сам по себе Ach, вызывающий эффективное расслабле-

ние колец аорты, не приводит к генерации колебаний F в этих условиях. У животных этого возраста (так же как и у молодых животных) введение ингибитора NO-синтаз (NOS) – L-NAME приводит к подавлению расслабляющего эффекта Ach. Считается, что Ach может вызывать расслабление сосудов, обеспечивая генерацию факторов релаксации – NO, H_2O_2 , а также производных AA [15]. Слабое увеличение силы сокращений F при последовательных добавках Ach может быть связано в этих условиях с малым вкладом метаболитов AA в расслабляющий эффект Ach, поскольку последующие добавки донора NOSNP приводят к полному расслаблению колец аорты (Рис. 1в). Считается, что NO в этих условиях активирует PKG по цепочке NO/cGMP/PKG, обеспечивая активацию K^+ -каналов, гиперполяризацию и расслабление миоцитов [15].

Ранее нами было показано [14], что автокаталитический Ca^{2+} -сигнальный путь:



играет важную роль в регуляции уровней Ca^{2+} , NO и активности PKG и RyR в адипоцитах и может быть источником Ca^{2+} и NO колебаний и волн в этих и других типах клеток.

По нашему мнению, активация PKG в цепочке (1) должна также способствовать расслаблению миоцитов за счет уменьшения уровня Ca^{2+} при активации SERCA и PMCA, с одновременным ингибированием различных Ca^{2+} -каналов с участием PKG, как это имеет место в адипоцитах [14].

В препаратах аорты, выделенных из животных с ГТ (крысы SHR), добавки Асине приводят к расслаблению колец аорты, вызванных РЕ (рис. 2, г), подобно тому, как это имеет место у контрольных животных при введении блокатора NOSL-NAME (рис. 2, в). Последующее введение донора NOSNP приводит к полному расслаблению колец (рис. 2, г), что свидетельствует о дисфункции автокаталитического Ca^{2+} /NO-сигнального пути эндотелия (1), связанной с низкой активностью eNOS [15] или с низким уровнем Ca^{2+} (активатора eNOS) в эндотелиальных клетках. Введение в этих условиях вместо SNP, продукта ADP рибозилциклазы (или CD38) – никотинамида (NAM, рис. 1, г) также приводит полному расслаблению миоцитов аорты. Ингибируя ADP рибозилциклазу, NAM приводит к уменьшению концентрации продукта этой реакции с ADP ribose в миоцитах, являющегося активатором RyR. Это приводит в свою очередь к полному блокированию сигнальной цепочки (1), к подавлению выброса Ca^{2+} из RyR-зависимых Ca^{2+} депо и к расслаблению миоцитов. Последующие добавки донора NOSNP усиливают расслабляющий эффект NAM (рис. 2, г), по-видимому, за счет накопления с GMP и активации PKG. В отличие от клеток сердечной мышцы прием состава «Х-1» не приводит к улучшению сократительных функций миоцитов аорты или к снятию дисфункции эндотелия у крыс SHR (рис. 2, д).

Заключение

Неспособность Асн обеспечивать расслабление препаратов аорты крыс SHR может быть связана с дисфункцией Ca^{2+} /NOS/NO/sGC/cGMP/PKG/CD38/cADPr/RyR/

Ca^{2+} -сигнального пути клеток эндотелия и миоцитов аорты.

Работа выполнена при финансовой поддержке Президиума РАН (ФНМ, проект № 01201256033); грант РФФИ № 13-04-01234-а.

Список литературы/References

1. Bers D. Kluwer Acad. Publ. 2001. 452 p.
2. Edwards G., Félétou M., Weston A.H. Pflugers Arch. 2010. Vol. 459. no. 6. pp. 863–79.
3. Jacob R., Merritt J.E., Hallam T.J., Rink T.J. Nature. Vol. 335. no. 6185. pp. 40–5.
4. Kannan M.S., Prakash Y.S., Brenner T., Mickelson J.R., Sieck G.C. Am J Physiol. 1997. Vol. 272. no. 4. pp. 659–64.
5. Kushnir A., Shan J., Betzenhauser M.J., Reiken S., Marks A.R. Proc Natl Acad Sci U S A. 2010. Vol. 107. no. 22. pp. 10274–9.
6. Lefer D.J., Lynch C.D., Lapinski K.C., Hutchins P.M. Microvasc Res. 1990. Vol. 39. no. 2. pp. 129–39.
7. Lehnart S.E., Maier L.S., Hasenfuss G. Heart Fail Rev. 2009. Vol. 14. no. 4. pp. 213–24.
8. Marshall I.J., Wolfe CD, McKevitt C. BMJ. 2012. Vol. 345. pp. 3953.
9. Mattera G.G., Vanoli E, Martinez V., Luciani M., Falco T., Borsini F. Acta Physiol (Oxf). 2011. Vol. 202. no. 2. pp. 141–9.
10. Nakipova O.V., Zakharova N.M., Andreeva L.A., Chumaeva N.N., Averin A.S., Kosarskii L.S., Anufriev A.I., Lewinski D.V., Kockskamper J., Pieske BJ. Cryobiology, 2007, Vol. 55. no. 3. pp. 173–181.
11. Nilsson H., Aalkjaer C. Mol Interv. 2003. Vol. 3. no. 2. pp. 79–89.
12. Ozawa T. Mol Med Rep. 2010. Vol. 3. no. 2. P. 199–204.
13. Pieske B., Maier L.S., Bers D.M., Hasenfuss G. Circ Res. 1999. Vol. 85. no. 1. pp. 38–46.
14. Turovsky E.A., Turovskaya M.V., Dolgacheva L.P., Zinchenko V.P., Dynnik V.V. PlosOne. 2013. <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0063483>.
15. Woodman O.L., Wongsawatkul O., Sobey C.G. Clin Exp Pharmacol Physiol. 2000. Vol. 27. no. 1. pp. 34–40.

Рецензенты:

Асланиди К.Б., д.ф.-м.н., ведущий научный сотрудник, Лаборатория биофизики внутриклеточной регуляции, Учреждения Российской академии наук Института теоретической и экспериментальной биофизики РАН, г. Пущино;

Маевский Е.И., д.м.н., профессор, зам. директора Учреждения Российской академии наук Института теоретической и экспериментальной биофизики РАН, г. Пущино.

Работа поступила в редакцию 03.06.2013.

УДК 581.4

ПЫЛЬЦА И СПОРЫ В ДОННЫХ ОСАДКАХ ЯПОНСКОГО МОРЯ**Евстигнеева Т.А.***Биолого-почвенный институт Дальневосточного отделения Российской академии наук, Владивосток, e-mail: melnikova@ibss.dvo.ru*

Изучены пыльца и споры из донных осадков материкового шельфа и глубоководной части Японского моря. Всего в спектрах было определено 105 таксонов. Разнообразие пыльцы деревьев (46 таксонов) и трав (45 таксонов) в несколько раз превосходит разнообразие спор (14 таксонов). Среди пыльцы деревьев доминирует пыльца *Pinus*, *Quercus*, *Castanopsis*, *Alnus* и *Betula*; в составе пыльцы трав преобладает пыльца семейств *Asteraceae*, *Cyperaceae* и *Poaceae*; а среди споровых – многочисленны споры *Bryophyta* и *Polypodiales*. Наибольшее таксономическое разнообразие пыльцы и спор наблюдалось в спектрах из глубоководных осадков (98 таксонов); в осадках материкового шельфа оно мало (49 таксонов). Таксономический состав палиноспектров отражает господствующий тип растительности побережья. В осадки глубоководной зоны палиноморфы были принесены из юго-западной части о-ва Хонсю, а в шельфовые – с северо-восточного побережья Корейского полуострова.

Ключевые слова: пыльца, споры, донные отложения, Японское море**POLLEN AND SPORES IN BOTTOM SEDIMENTS OF THE SEA OF JAPAN****Evstigneeva T.A.***Institute of Biology and Soil Science, Far Eastern Branch Russian Academy of Science, Vladivostok, e-mail: melnikova@ibss.dvo.ru*

The pollen and spores from bottom sediments of the Sea of Japan were studied. A total of 105 pollen and spore types were identified including 46 arboreal taxa, 45 herbaceous taxa and 14 fern taxa. Arboreal pollen was dominated by the *Pinus*, *Quercus*, *Castanopsis*, *Alnus* and *Betula*; herbaceous pollen was prevalent in members of the *Asteraceae*, *Cyperaceae* and *Poaceae*; spores are dominated by the *Bryophyta* and *Polypodiales*. The greatest taxonomical variety of pollen and spores was observed in deep-sea sediments (98 taxa); in sediments of a continental shelf – 49 taxa. The taxonomical composition of pollen and spores is connected with dominating type of vegetation of the coast. In deep-sea deposits pollen and spores were brought from southwest part of the island of Honshu. In shelf deposits pollen and spores were brought from the northeast coast of the Korean peninsula.

Keywords: pollen, spores, bottom sediments, Sea of Japan

Ежегодно растения продуцируют огромное количество пыльцы и спор. Большая часть их после своего созревания оказывается в воздухе и рассеивается на расстояния от десятков метров до сотен километров. Постепенно пыльца и споры оседают и становятся одним из компонентов формирующихся континентальных или морских отложений. Внешняя оболочка микроспор обладает особой стойкостью и может сохраняться в отложениях миллионы лет. В ископаемом виде пыльца и споры перестают существовать как живые клетки, и мы имеем дело лишь с их оболочками, минерализованными в той или иной мере. Оболочки пыльцы или споры имеют свои характерные морфологические признаки, позволяющие определить, к какому семейству, роду или виду растения они принадлежали. Целью данного исследования было выявить таксономический состав пыльцы и спор в донных осадках южной части Японского моря.

Материал и методы исследования

Материалом для исследования послужили отложения колонок, отобранных на материковом шельфе (2741, 2745, 2746, 2747) Японского моря и в его глубоководной части (1603, J-3, J-11). Осадки из глубо-

ководной зоны представлены пелитовыми илами, из шельфовой – алевроитом и пелитом, включающим органический детрит и ракушняк (Верховская и др., 1992; Марков и др., 2008; Garbarenko et al., 1995; Evstigneeva, Naryshkina, 2012). Извлечение пыльцы и спор из осадков выполнялось с использованием общепринятых методик: щелочной Поста, сепарационной Гричука и ацетолизной Эрдмана (Покровская, 1966). Дальнейшее исследование пыльцы и спор осуществлялось с использованием светового микроскопа Axio Lab. A1, Carl Zeiss (x400). При просмотре препаратов под микроскопом в качестве среды использовался глицерин.

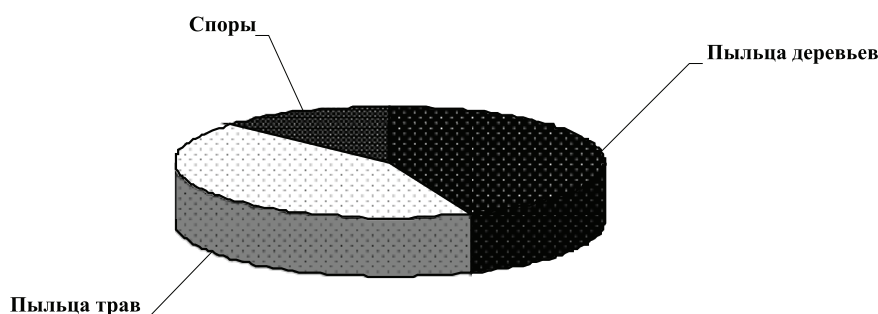
Результаты исследования и их обсуждение

Пыльца и споры являются аллохтонным компонентом морских донных осадков. Они попадают в отложения благодаря воздушным и водным течениям.

Всего в спектрах было определено 105 таксонов. Значительное таксономическое разнообразие выявлено среди пыльцы древесных и травянистых растений (рисунок). Пыльца деревьев представлена 46 таксонами: *Larix*, *Ephedra*, *Abies*, *Picea* sect. *Omorica*, *Picea* sect. *Eupicea*, *Pinus* s/g *Haploxylon*, *Pinus* s/g *Diploxylon*, *Pinus koraiensis*, *Tsuga*, *Pseudotsuga*, *Cryptomeria*, *Taxodiaceae*, *Cupressaceae*, *Fagus*, *Quercus*, *Castanea*, *Castanopsis*, *Ulmus*, *Alnus*,

Duschekia, Betula, Myrica, Carpinus, Corylus, Juglans, Carya, Platycarya, Pterocarya, Tilia, Aralia, Acer, Syringa, Cornus, Salix,

Euonymus, Morus, Vitis, Phellodendron, Populus, Ilex, Elaeagnus, Fraxinus, Rosa, Viburnum, Lonicera, Diervilla.



Таксономическое разнообразие пыльцы и спор в спектрах из донных осадков

В составе пыльцы трав установлено 45 таксонов: *Cannabaceae*, *Caryophyllaceae*, *Chenopodiaceae*, *Ranunculaceae*, *Polygonum*, *Ericaceae*, *Asteraceae*, *Artemisia*, *Ambrosia*, *Cichorium*, *Apiaceae*, *Cyperaceae*, *Poaceae*, *Urticaceae*, *Liliaceae*, *Typha*, *Fabaceae*, *Polygala*, *Euphorbia*, *Iris*, *Rosaceae*, *Sanguisorba*, *Onagraceae*, *Thalictrum*, *Rumex*, *Primulaceae*, *Valeriana*, *Drosera*, *Alismataceae*, *Menyanthes*, *Valerianaceae*, *Dipsacaceae*, *Polemoniaceae*, *Lamiaceae*, *Campanulaceae*, *Gentianaceae*, *Geraniaceae*, *Myriophyllum*, *Hedera*, *Saxifragaceae*, *Violaceae*, *Brassicaceae*, *Fagopyrum*, *Sparganium*, *Nymphaeaceae*.

Споры менее разнообразны и представлены 14 таксонами: *Sphagnum*, *Bryophyta*, *Lycopodium*, *Huperzia*, *Selaginella*, *Osmunda*, *Polypodiales*, *Ophioglossum*, *Botrychium*, *Gleicheniaceae*, *Anogramma*, *Cryptogramma*, *Hymenophyllum*, *Hepaticae*.

Наибольшее таксономическое разнообразие пыльцы и спор выявлено в осадках колонок из глубоководной зоны Японского моря (98 таксонов); беднее таксономический состав в осадках материкового шельфа – 49. По всей вероятности, это обусловлено доминированием пелитовой фракции в осадках. Известно, что наибольшая концентрация палиноморф наблюдается в таком типе илов, наименьшая – в алевроитовых, песчаных и песчано-галечных отложениях (Коренева, 1973; Вронский, 1976). Попадая в толщу воды, споры и пыльцевые зерна подчиняются гидродинамическим законам и ведут себя как твердые частицы пелитовой фракции, поэтому в осадках отчетливо выявляется их сортировка по удельному весу и диаметру. Кроме того, это может быть связано с тем, что в глубоководные осадки споры и пыльца транспортируются с более обширной территории.

В составе деревьев преобладает пыльца сосен, дуба, кастанопсиса, ольхи и березы, среди трав – пыльца полыней, злаков и осок, а среди споровых многочисленны споры мхов и многоножковых папоротников. Преобладание этих таксонов напрямую связано с господствующим типом растительности побережья. Таксономический состав спектров пыльцы и спор из донных отложений глубоководной зоны Японского моря свидетельствует о том, что в нем отражается растительность юго-западной части о-ва Хонсю. В спектрах принимают участие таксоны, характерные для теплоумеренной растительной зоны (тсуга, криптомерия, кастанопсис, кария, бук и споры глейхенеевых папоротников). В спектрах из шельфовых отложений отражается растительность умеренных лесов (сосна, дуб, ильм, ольха, липа, граб и т.п.). Следовательно, большая часть палиноморф были принесены в шельфовые отложения с северо-восточной части Корейского полуострова.

Морфологические особенности строения оболочек пыльцевых зерен и спор определяют различную их способность к переносу по воздуху и водой. К примеру, в осадках как глубоководных, так и шельфовых колонок среди пыльцы древесных пород доминирует пыльца сосен, имеющая воздушные мешки, благодаря которым она переносится на значительные расстояния. Кроме того, разные растения продуцируют неодинаковое количество пыльцевых зерен и спор. Например, сосна, береза, ольха, липа производят наибольшее количество пыльцы; менее продуктивны ель, дуб, бук, липа; а у лиственных вообще количество пыльцы незначительное. По пыльцевой продуктивности деревья, за некоторыми исключениями, превосходят травы.

Пыльца бука и липы из-за своего тяжелого удельного веса по сравнению с пылью других растений почти вся оседает вблизи продуцирующего ее растения. Поэтому в исследуемых отложениях пыльца этих родов встречается в виде единичных зерен. В то же время в континентальных осадках о-ва Хонсю пыльца бука составляет до 30% (Tsukada, 1986). Кроме того, все липы цветут во время полного облиствления лесов, что значительно затрудняет распространение их пыльцы. Липа является энтомофильной древесной породой, поэтому ее пыльца лишь в исключительных случаях может быть обнаружена за пределами ареала. Пыльца криптомерии, также значительно представленная в континентальных осадках о-ва Хонсю, редко встречается в донных осадках южной части Японского моря. Это может свидетельствовать о том, что она плохо переносится как воздушными, так и водными потоками. Считается, что многие травянистые растения в период цветения выбрасывают огромное количество пыльцевых зерен, но их распространение воздушными потоками довольно ограничено. В палиноспектрах изученных отложений значительный процент принадлежит пыльцевым зернам маревых, осоковых и полыней. Следовательно, они имеют хорошую способность к транспортировке. Споры, также как и пыльца трав, обладают слабой летучестью, и поэтому воздушным путем распространяются на незначительные расстояния. Исключением являются споры многожизненных папоротников, которые доминируют в спектрах среди споровых растений.

Внешняя оболочка микроспор, содержащая спорополленин, обладает особой стойкостью к различным внешним воздействиям и поэтому прекрасно сохраняется в отложениях. В ископаемом виде пыльца и споры перестают существовать как живые клетки, и мы имеем дело лишь с их оболочками, минерализованными в той или иной мере. Чрезвычайно малые размеры зерен предохраняют их от механического разрушения. Однако пыльца хвойных из-за своих крупных размеров (около 150 мкм) несет на себе следы различной степени нарушений – деформацию, трещины и разрывы. Неоднородна и устойчивость пыльцы к разложению. Например, плохо сохраняются в отложениях из-за чрезвычайно тонкой оболочки пыльца лиственницы, тополя, ивы, можжевельника, а также ряда травянистых растений. Пыльца этих таксонов встречается в спектрах из осадков исследуемых колонок в виде единичных зерен.

Интересно, что споры и пыльцевые зерна могут использоваться в качестве дополнительного источника пищи обитателями морских водоемов (Козяр, Соколова, Зезина, 1974). Известно, что они содержат 13–28% белка, 2–17% жира, 13–37% углеводов и 1–7% минеральных веществ: соли K, Mg, Ca, Cu, Fe, Si, S, Cl (Stanly, 1971), многие витамины, аминокислоты, пигменты, различные гормоны (в том числе гормон роста), ферменты и коферменты (Lunden, 1956).

Заключение

В результате исследования были изучены пыльца и споры из донных осадков материкового шельфа и глубоководной части Японского моря. Всего в спорово-пыльцевых спектрах было определено 105 таксонов пыльцы и спор наземных растений. Таксономическое разнообразие пыльцы деревьев и трав в несколько раз превосходит таковое споровых растений. Кроме того, разнообразие пыльцы и спор в спектрах из осадков глубоководных колонок значительно превосходит таксономический состав палиноморф материкового шельфа. В спектрах в основном содержится пыльца высоко- и среднепродуктивных растений, а также палиноморфы, хорошо переносимые как воздушными, так и водными потоками. Среди деревьев доминирует пыльца сосен, дуба, кастанопсиса, ольхи и березы, среди трав – полыней, злаков и осок. В составе споровых многочисленны споры мхов и многожизненных папоротников.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ и Президиума РАН (№ 12-05-31201 и 12-I-P28-01).

Список литературы

1. Вронский В.А. Маринопалинология южных морей. – Ростов н/Д: Изд-во Рост. ун-та, 1976. – 200 с.
2. Верховская Н.Б., Горбаренко С.А., Черепанова М.В. Изменения природной среды юга Японского моря и прилегающей суши в конце плейстоцена – голоцене // Тихоокеанская геология. – 1992. – № 2. – С. 12–21.
3. Козяр Л.А., Соколова М.Н., Зезина О.Н. Споры и пыльца высших растений в питании морских беспозвоночных // Океанология. – 1974. – Т. 14. – Вып. 3. – С. 522–525.
4. Коренева Е.В. Распределение пыльцы и спор в осадках морей и океанов // Палинология голоцена и маринопалинология. – М.: Наука, 1973. – С. 111–114.
5. Осадки затопленных долин прибрежной части шельфа Восточно-Корейского залива – индикаторы палеогеографических условий в голоцене / Ю.Д. Марков, Ф.Р. Лихт, А.Н. Деркачев, И.В. Уткин, А.И. Боцул, В.С. Пушкар, Е.Д. Иванова, Т.А. Евстигнеева, Г.А. Евсеев // Тихоокеанская геология. – 2008. – № 3. – С. 74–93.
6. Evstigneeva T.A., Naryshkina N.N. Holocene vegetation changes on the north-eastern coast of the Korean Peninsula based on the palynological data // Acta Palaeobotanica. – 2012. – Vol. 52. – № 1. – P. 147–155.

7. Gorbarenko S.A., Pliss S.G., Sauthon J.R., Kashgarian M., Verkhovskaya N.B., Kundyshev A.S. Detailed carbonate stratigraphy of the Japan sea sediments during Last Glaciation-Holocene // *TAO*. – 1995. – Vol. 6, № 1. – P. 103–113.

8. Lunder R. Literature on pollen chemistry // *Grana palinol.* – 1956. – Vol. 1. – № 2. – P. 3–19.

9. Stanly R.G. Pollen chemistry and tube growth // *Pollen development and physiology*. – London: Butterworths, 1971. – P. 131–155.

10. Tsukada M. Vegetation in prehistoric Japan: The last 20,000 years // *Windows on the Japanese past: Studies in archeology and prehistory*. – Michigan, University of Michigan Press, 1986. – P. 11–56.

References

1. Vronskii V.A. *Marinopalinologiya yjnikhmorey* [Marine palynology of South Seas]. Rostov, Rostov Univ. Publ, 1976. 200p.

2. Verkhovskaya N.B., Gorbarenko S.A., Cherepanova M.V. *Tikhookeanskaya geologia – Russ.J.Pac.Geol*, 1992, no. 2, pp. 12–21.

3. Kozyar L.A., Sokolova M.N., Zezina O.N. *Okeanologiya – Oceanology*, 1974, no. 14 (3), pp. 522–525.

4. Koreneva E.V. *Palinologiyagolocena i marinopalinologiya* [Palynology of holocene and marinepalynology]. Moscow, Nauka, 1973. pp. 111–114.

5. Markov U.D., Likht F.R., Derkachev A.N., Ytkin I.V., Botsyl A.I., Pushkar V.S., Ivanova E.D., Evstigneeva T.A., Evseev G.A. *Tikhookeanskaya geologia – Russ.J.Pac.Geol*, 2008, no. 3, pp. 74–93.

6. Evstigneeva T.A., Naryshkina N.N. *Acta Palaeobotanica*, 2012, Vol. 52, no. 1, pp. 147–155.

7. Gorbarenko S.A., Pliss S.G., Sauthon J.R., Kashgarian M., Verkhovskaya N.B., Kundyshev A.S. *TAO*, 1995, Vol. 6, no. 1, pp. 103–113.

8. Lunder R. *Grana palinol.*, 1956, Vol. 1, no. 2, pp. 3–19.

9. Stanly R.G. *Pollen development and physiology*. London: Butterworths, 1971. pp. 131–155.

10. Tsukada M. *Windows on the Japanese past: Studies in archeology and prehistory*. Michigan, University of Michigan Press, 1986. pp. 11–56.

Рецензенты:

Голов В.И., д.б.н., г.н.с. лаборатории почвоведения и экологии почв БПИ ДВО РАН, г. Владивосток;

Маркевич В.С., д.-г.м.н., г.н.с. лаборатории палеоботаники БПИ ДВО РАН, г. Владивосток.

Работа поступила в редакцию 03.06.2013.

УДК 616.895.4:591.1

**ПЕПТИДНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ ПОВЕДЕНИЯ И МЕДИАТОРНОГО БАЛАНСА
У СТАРЫХ КРЫС В УСЛОВИЯХ ОККЛЮЗИИ СОННЫХ АРТЕРИЙ****Карантыш Г.В., Абрамчук В.А., Рыжак Г.А., Менджеричский А.М.***ФАГОУ ВПО «Южный федеральный университет», Ростов-на-Дону, e-mail: gvkarantysh@sfedu.ru*

В статье представлены результаты сравнительного анализа эффектов кортексина и пинеалона на поведение и нейромедиаторный баланс старых крыс в условиях окклюзии сонных артерий (ОСА). При введении кортексина ложнопериоперированным старым крысам происходит снижение представленности груминга, а в условиях введения пинеалона – повышение релаксированного бодрствования, снижение груминга и мотивационного поведения. У старых животных при введении кортексина перед окклюзией сонных артерий повышается время поведенческого сна, при введении пинеалона перед окклюзией сонных артерий на фоне повышения поведенческого сна снижается ориентировочное, мотивационное поведение и двигательная активность. У старых крыс, перенесших окклюзию сонных артерий, введение кортексина и пинеалона способствует возрастанию содержания адренергических медиаторов: в коре больших полушарий – ДОФА и дофамина, в стволовых структурах – адреналина, а также норадреналина у животных, которым перед ОСА вводят кортексин.

Ключевые слова: старые крысы, поведение, нейромедиаторный баланс**PEPTIDE REGULATION OF BEHAVIOR AND MEDIATOR BALANCE
OF OLD RATS WITH OCCLUSION OF THE CAROTID ARTERIES****Karantysh G.V., Abramchuk V.A., Ryzhak G.A., Mendzheritski A.M.***Federal state independent educational organization of Higher professional education «Southern Federal University», Rostov-on-Don, e-mail: gvkarantysh@sfedu.ru*

In the article the results of the comparative analysis of the effects and cortexin and pinealon on behavior and neurotransmitter balance of old rats with occlusion of the carotid arteries (OCA) are represented. When introducing cortexin to falsely operated aged rats there is a decrease in the representation of grooming, while the introduction pinealon improves the relaxed wakefulness, decreases grooming and motivational behavior. Introduction cortexin to old animals before occlusion of the carotid arteries increases during behavioral sleep, when administering of pinealon before occlusion of the carotid arteries in the background of increasing behavioral sleep reduces tentative, motivational behavior and physical activity. The old rats underwent occlusion of the carotid arteries; the introduction of cortexin and pinealon contributes to increasing the content of adrenergic mediators in the cerebral cortex – DOPA and dopamine in brainstem structures – adrenaline and noradrenalin in animals injected cortexin to the OCA.

Keywords: old rats, behavior, neurotransmitter balance

Нейродегенеративные заболевания – одно из активно развивающихся направлений в медицине настоящего времени [1, 6]. Главным фактором, приводящим к развитию нейродегенерации, является гипоксия мозга, механизмы действия которой на уровне клеток мозга изучены достаточно хорошо: изменяется баланс нейромедиаторов и продуктов их обмена в структурах мозга [8, 10], нарушаются структурно-функциональные свойства клеточных мембран, что может приводить к гибели клеток [9].

Одним из возможных путей коррекции негативных последствий гипоксии является использование регуляторных пептидов. Это обусловлено, прежде всего, их полифункциональностью и способностью к запуску каскадных реакций. Геропротекторные свойства ряда пептидных препаратов продемонстрированы на экспериментальных моделях, а также в клинической практике [3–5, 7 и др.].

Целью данного исследования явилось изучение регуляции кортексином и пинеалоном поведения и нейромедиаторного

баланса у старых крыс, перенесших окклюзию сонных артерий.

Материалы и методы исследования

Исследование проводили на 120 белых беспородных крысах-самцах в возрасте 18-ти месяцев. Все подопытные животные были разделены на группы: 1 – ложнопериоперированные (л/о) животные ($n = 20$), которым в течение 5-и дней вводили в равном объеме 0,9% раствор натрия хлорида (контроль); 2 – животные ($n = 20$), которым в течение пяти дней вводили в равном объеме 0,9% раствор натрия хлорида, затем обездвиживали введением тиопенталового наркоза и проводили перевязку правой сонной артерии на 24 часа и левой сонной артерии на 3 минуты с последующей 24-часовой реоксигенацией (ОСА); 3 – л/о животные ($n = 20$), которым внутрибрюшинно вводили кортексин в дозе 10 мкг/кг массы тела в течение пяти дней перед операцией (кортексин); 4 – л/о животные ($n = 20$), которым внутрибрюшинно вводили пинеалон в дозе 10 мкг/кг массы тела в течение 5-и дней перед ОСА (пинеалон); 5 – животные ($n = 20$), которым внутрибрюшинно вводили кортексин в дозе 1 мг/кг массы тела в течение 5-и дней, затем проводили ОСА (кортексин + ОСА); 6 – животные ($n = 20$), которым внутрибрюшинно вводили пинеалон в дозе 10 мг/кг массы тела в течение 5-и дней, затем про-

водили ОСА (пинеалон + ОСА). Через 23 часа после ОСА животных тестировали в «открытом поле».

Ишемизация мозга достигалась перевязкой левой сонной артерии и через минуту – временной окклюзией (на 3 минуты) правой сонной артерии с последующей 24-часовой реоксигенацией. Для количественной оценки меры представленности контролируемых поведенческих функций весь поведенческий континуум в естественном цикле “активность-покой” был разбит на 8 форм поведения: R1 – поведенческий сон, R2 – горизонтальная локомоторная активность, R3 – вертикальная локомоторная активность, R4 – питье воды, R5 – потребление пищи, R6 – разные виды мелкой двигательной активности, R7 – груминг, R8 – релаксированное бодрствование. Формы поведения фиксировали по 10 минут 3 раза в течение первой половины дня. После определения структуры поведения крыс декапитировали и выделяли на холоде структуры мозга: кору больших полушарий (КБП) и стволые структуры (СС), где определяли содержание нейромедиаторов. Содержание норадреналина (НА), адреналина, дофамина (ДА) и ДОФА определяли с помощью обращенно-фазного варианта высокоэффективной жидкостной хроматографии с УФ детектированием на установке Gold Nouveau 125/166 Basic Gradient HPLC System Beckman Coulter. Статистическую обработку результатов исследования осуществляли с использованием пакета программ Statistica for Windows 6.5.

Результаты исследования и их обсуждение

В качестве теста, отражающего степень нейродегенеративных процессов при окклюзии сонных артерий, проводили подсчет процента выживших старых животных, получавших пептидные препараты, и животных, которым до операции вводили физиологический раствор (табл. 1).

Таблица 1

Процент выживаемости старых крыс, находящихся в условиях курсового профилактического введения пептидов перед моделированием окклюзии сонных артерий

Группа	Процент выживших животных после ОСА через:		
	3 часа	12 часов	24 часа
ОСА ($n = 20$)	70 %	60 %	40 %
Кортексин + ОСА ($n = 20$)	80 %	80 %	80 %
Пинеалон + ОСА ($n = 20$)	90 %	90 %	90 %*

Примечание. * – достоверные отличия (по критерию Фишера) по отношению к группе крыс, подвергнутых ОСА ($p \leq 0,05$).

На фоне введения пинеалона процент выживших животных спустя 3, 12 и 24 часа после ОСА составил 90%. В условиях премедикации кортексином данный показатель

в исследуемые временные периоды после ОСА составил 80%. Согласно данным литературы, применение кортексина в пост-ишемическом периоде уменьшает число погибших крыс на 3 и 7 сутки после окклюзии сонных артерий [2]. Можно предположить, что пинеалон также способен повысить процент выживаемости в отдаленные сроки после ОСА.

Характер поведенческих реакций у л/о животных был сходным с интактными животными. У выживших после ОСА старых крыс оценивали влияние операции и предварительного введения препаратов на поведение. В группе животных, подвергнутых ОСА, наблюдали значительное снижение времени R5 (на 86%) и R6 (на 30%) относительно л/о крыс. При подсчете количества горизонтальных и вертикальных локомоций установлено, что у животных, подвергнутых ОСА, происходило снижение количества вертикальных стоек (на 70%; $p < 0,05$) по сравнению с контролем.

Для оценки влияния пептидов, введенных перед ОСА, на поведение крыс исследовали их эффекты на поведение л/о животных. Введение кортексина л/о крысам способствовало снижению времени R7 (на 55%) относительно контроля. Менее выраженное изменение времени на R7 выявлено при введении пинеалона л/о животным. Понижение времени R7 при введении пептидных препаратов можно объяснить повышением стрессоустойчивости животных. Известно, что именно у грызунов груминг специфически активируется при действии стресса, и поэтому считается одним из его поведенческих маркеров [8]. При введении пинеалона выявлено увеличение времени R8 (+ 108%) животных по сравнению с контролем, а также снижение R4-R5 ($0,1 < p < 0,05$). У животных, которым вводили пинеалон, время R4 было меньше, а R7 и R8 – выше относительно животных, которым вводили кортексин. На другие формы поведения введение препаратов повлияло сходным образом. При введении кортексина перед ОСА у животных происходило увеличение R1 и снижение R2-3, R5 и R7 относительно контроля. У крыс, которым вводили пинеалон перед ОСА, время на R1 и R8 возросло на 61 и 123% по сравнению с л/о животными. Время остальных форм поведения (за исключением мелкой двигательной активности) снизилось относительно 1-й группы. У крыс 6-й группы (пинеалон + ОСА) относительно животных 5-й группы (кортексин + ОСА) было угнетено пищевое и питьевое поведение.

При анализе эффектов ОСА на медиаторный баланс показано, что в КБП старых крыс происходит понижение уровня НА (на 42%), также, как и в СС (на 22%) относительно контроля. Уровень А вырос в КБП (на 65%) и СС (на 154%). Для исследования эффектов пептидных препаратов, введенных крысам перед ОСА, была проведена серия экспериментов по изучению влияния кортексина и пинеалона на баланс нейромедиаторов в структурах мозга л/о животных. Под влиянием введения кортексина наблюдали повышение содержания ДОФА (на 13%) и ДА (на 43%) в КБП. В СС отмечено снижение содержания ДА на 20% относительно контроля. Предположительно под влиянием кортексина усиливается стимуляция КБП подкорковыми структурами, медиатором нервных термилалей которых является ДА. Это, в свою очередь, может способствовать активации ГАМКергической системы в КБП, чем можно объяснить повышение времени R1 на фоне снижения R4-5, R6, R7 у животных относительно контроля. При введении пинеалона выявлено увеличение уровня А в КБП (на 27%) и в СС (на 43%). Также в КБП установлено возрастание содержания ДА на 40% относительно контроля. Поскольку с возра-

стом происходит снижение энергетического метаболизма во всем организме и в мозге, в частности, то возрастание содержания А в мозге старых крыс может косвенно свидетельствовать о повышении его энергообеспечения под влиянием пинеалона. На этом фоне повышение энергетического метаболизма в мозге может приводить к наблюдаемому в поведенческом эксперименте снижению пищевого и питьевого поведения под влиянием пинеалона. Кроме того, вероятно, кортексин и пинеалон оказывают седативный эффект через активацию таламокортикальной системы, что способствует повышению R8 и снижению двигательной активности (в основном R7) относительно контроля.

Так, в КБП старых крыс под влиянием введения пинеалона выявлено снижение индекса ДОФА/ДА на 29% по сравнению с контролем. Вероятно, кортексин и пинеалон способствуют активации дофаминергической системы в КБП мозга старых л/о крыс. Однако кортексин реализует свои эффекты и через повышение активности этой системы в СС мозга, а пинеалон – через увеличение А и, вероятно, увеличение энергетического метаболизма в мозге крыс (табл. 2).

Таблица 2

Влияние окклюзии сонных артерий и коротких пептидов на представленность основных форм поведения старых крыс (в с, $M \pm m$)

Формы поведения Серии	R1	R2-R3	R4	R5	R6	R7	R8
Л/О, % от общего времени	1181,3 ± 294,4	190,0 ± 60,9	108,8 ± 35,9	252,5 ± 97,1	838,0 ± 39,5	654,0 ± 3,6	375,0 ± 57,5
ОСА, % от общего времени	1518 ± 180	252,0 ± 87,8	54,0 ± 32,4	36,0 ± 22,1 $p < 0,05$	591,0 ± 75,7 $p < 0,05$	438,0 ± 105,0	711,0 ± 288,6
Кортексин + л/о, % от общего времени	2017,5 ± 499,5 $p < 0,05$	112,5 ± 37,5	48,8 ± 38,9 $p < 0,05$	45,0 ± 28,7	727,5 ± 269,8	292,5 ± 140,8 $p < 0,05$	356,3 ± 141,3
Пинеалон + л/о, % от общего времени	1522,5 ± 289,1	146,3 ± 68,8	22,5 ± 17,9 $p < 0,05$	37,5 ± 37,5	690,0 ± 162,6	401,3 ± 58,5 $p < 0,05$	780,0 ± 192,4 $p < 0,05$
Кортексин + ОСА, % от общего времени	2412,0 ± 109,5 $p < 0,05$	66,0 ± 18,7 $p < 0,05$	51,0 ± 29,9	75,0 ± 75,0 $p < 0,05$	330,0 ± 99,6	90,0 ± 28,5 $p < 0,05$	576,0 ± 192,4
Пинеалон + ОСА, % от общего времени	1902 ± 200,4 $p < 0,05$	67,5 ± 17,6 $p < 0,05$	5,0 ± 5,0 $p < 0,05$	7,5 ± 7,5 $p < 0,05$	495,0 ± 99,7	287,5 ± 82,6 $p < 0,05$	835,0 ± 160,2 $p < 0,05$

Примечание. $p < 0,05$ – достоверные изменения показателей относительно контрольной группы.

В КБП крыс 5-й группы (кортексин + ОСА) происходило изменение содержания ДОФА и ДА в сторону их накопления относительно контроля; в СС мозга выявлено увеличение уровня НА (на 15%) и А (на 57%) по сравнению с 1-й группой.

Анализ результатов сравнения соотношений медиаторов показал, что в КБП животных 5-й группы происходило снижение индекса НА/ДА на 22%, а в СС выявлено возрастание данного соотношения на 21% относительно л/о крыс. Следовательно,

в мозге крыс, которым вводили кортексин перед ОСА, происходило изменение функциональной активности медиаторных систем в сторону активации НАергической в КБП, а ДАергической – в СС. Предположительно, наблюдаемое достоверное (но не чрезмерное) повышение содержания НА в КБП крыс, которым вводили кортексин перед ОСА, может быть критерием эффективности действия препарата при стрессе, направленное на снижение интенсивности свободнорадикальных процессов. Нужно отметить, что у животных 5-й группы по сравнению с л/о крысами, которым вводили данный препарат, выявлено возрастание уровня А в СС на 57%. При сравнении со 2-й группой крыс (ОСА) в 5-й группе животных происходило накопление НА (на 87%) и снижение содержания А (на 36%) в КБП. В СС крыс 5-й группы выявлены сходные изменения НА и А, а также отмечали накопление ДА (на 36%) относительно животных 2-й группы. Вероятно, при введении кортексина перед ОСА действие пептида направлено на сохранение энергетических ресурсов, что реализуется через эффекты на функциональное состояние медиаторных систем и поведенческие реакции. Это подтверждают данные литературы, согласно которым кортексин регулирует процессы перекисного окисления липидов в клетках головного мозга, снижает образование свободных радикалов, блокирует процессы свободнорадикального окисления. Данный препарат устраняет дисбаланс тормозных и возбуждающих аминокислот, обладает умеренным ГАМКергическим действием [7].

У животных 6-й группы (пинеалон + ОСА) выявлено накопление ДОФА и ДА в КБП соответственно на 22 и 37% относительно контроля. Тогда как в СС крыс 6-й группы установлено увеличение содержания А на 55% по сравнению с контролем. При этом изменение соотношений медиаторов обнаружено только в КБП, где произошло снижение индекса НА/ДА на 27%. Относительно крыс 2-й группы (ОСА) у животных 6-й группы наблюдали накопление НА на 71% и снижение уровня А на 37% в КБП. У животных 6-й группы (пинеалон + ОСА) относительно л/о крыс, которым вводили пинеалон, установлены изменения только в КБП: содержание А было ниже на 18%, а ДОФА – выше на 24%. Но при этом содержание А у крыс 6-й группы в мозге соответствовало, а содержание ДОФА превышало контроль. Предположительно в основе этих изменений лежит активация процесса гидроксилирования тирозина при участии ти-

розингидроксилазы, продуктом реакции которой является дигидроксифенилаланин (ДОФА).

Это происходит после того, как выделение катехоламинов сменяется уменьшением их концентрации в нервных терминалях, следовательно, уменьшения аллостерического ингибирования тирозингидроксилазы продуктом синтеза. Так, у крыс 6-й группы установлено возрастание индекса ДОФА/ДА на 26% ($p = 0,01$) в КБП относительно животных 4-й группы (л/о + пинеалон). Относительно 5-й группы животных (кортексин + ОСА) у крыс 6-й группы (пинеалон + ОСА) выявлено накопление ДА в СС. Поэтому значения индексов НА/ДА и ДОФА/ДА у животных 5-й группы были достоверно выше, чем у крыс 6-й группы. Вероятно, с этим связано то, что общий уровень двигательной активности животных 6-й группы был выше относительно крыс 5-й группы.

Выводы

1. У старых крыс введение кортексина и пинеалона перед окклюзией сонных артерий способствует изменению структуры поведения в сторону снижения общей активности и возрастания представленности релаксированного бодрствования.

2. При окклюзии сонных артерий введение кортексина и пинеалона способствует возрастанию содержания адренергических медиаторов: в коре больших полушарий – ДОФА и дофамина, в стволовых структурах – адреналина, а также норадреналина у животных, которым перед ОСА вводят кортексин.

Список литературы

1. Анисимов В.Н. Молекулярные и физиологические механизмы старения. – СПб.: Наука, 2003. – 247 с.
2. Сопоставление центральных эффектов Кортексина и церебролизина при их введении в желудочки мозга и системно (внутрибрюшинно) / А.А. Лебедев, В.П. Гананольский, В.П. Павленко и др. // Психофармакол. биол. наркол. – 2006. – Т. 6. – № 3. – С. 1275–1283.
3. Особенности эпифизарно-тимических взаимоотношений при старении / Н.С. Линькова, В.О. Полякова, И.М. Кветной и др. // Успехи геронтологии. – 2011. – Т. 24. – № 1. – С. 38–42.
4. Менджерицкий А.М., Лысенко А.В. Нейропептиды и управление поведением организма в экстремальных условиях // Успехи функциональной нейробиологии. – СПб.: Изд-во СПб. ун-та., 2003. – С. 115–127.
5. Менджерицкий А.М., Карантыш Г.В. Пептидная регуляция функций нервной системы. Онтогенетический аспект. – Ростов-на-Дону: ИПО ПИ ЮФУ, 2011. – 187 с.
6. Один В.И. Кризис геронтологии: к вопросу о первичном здоровье в XX веке. // Успехи геронтологии. – 2011. – Т. 24. – № 1. – С. 11–23.

7. Рыжак Г.А., Малинин В.В., Платонова Т.Н. Кортексин и регуляция функций головного мозга. – СПб.: Фолиант, 2003. – 208 с.

8. Lipton P. Ischemic cell death in brain neurons. // *Physiol. Rev.* – 1999. – Vol. 79. – P. 1431–1568.

9. Mishra O.P., Delivoria-Papadopoulos M. Cellular mechanisms of hypoxic injury in the developing brain // *Brain Res. Bull.* – 1999. – Vol. 48. – P. 233–238.

10. Nyakas C., Buwalda B., Luiten P.G.M. Hypoxia and brain development // *Progress in Neurobiology.* – 1996. – Vol. 49. – P. 1–51.

References

1. Anisimov V.N. Molekuljarnye i fiziologicheskie mehanizmy starenija. SPb: Nauka, 2003. 247 p.

2. Lebedev A.A., Ganapolskij V.P., Pavlenko V.P. I dr. Sopostavlenie centralnyh jeffektov Korteksina i cerebrolizina pri ih vvedenii v zheludochki mozga i sistemno (vnutribri-jushinno) // *Psihofarmakol. biol. narkol.* 2006. T. 6. no. 3. pp. 1275–1283.

3. Linkova N.S., Poljakova V.O., Kvetnoj I.M. i dr. Osobennosti jepifizarno-timicheskikh vzaimootnoshenij pri starenii // *Uspehi gerontologii*, 2011. T. 24. no. 1. pp. 38–42.

4. Mendzherickij A.M., Lysenko A.V. Nejropeptidy i upravlenie povedeniem organizma v jekstremal'nyh uslovijah // *Uspehi funkcional'noj nejrohimii.* SPb.: Izd-vo SPb. un-ta., 2003. pp. 115–127.

5. Mendzherickij A.M., Karantysh G.V. Peptidnaja reguljacija funkcij nervnoj sistemy. Ontogeneticheskij aspekt. Rostov-na-Donu: IPO PI JuFU, 2011. 187 p.

6. Odin V.I. Krizis gerontologii: k voprosu o pervichnom zdorov'e v XX veke // *Uspehi gerontologii*, 2011. T. 24. no. 1. pp. 11–23.

7. Ryzhak G.A., Malinin V.V., Platonova T.N. Korteksin i reguljacija funkcij golovnog mozga. SPb.: Foliant, 2003. 208 p.

8. Lipton P. Ischemic cell death in brain neurons. // *Physiol. Rev.* 1999. Vol. 79. pp. 1431–1568.

9. Mishra O.P., Delivoria-Papadopoulos M. Cellular mechanisms of hypoxic injury in the developing brain // *Brain Res. Bull.*, 1999. Vol. 48. pp. 233–238.

10. Nyakas C., Buwalda B., Luiten P.G.M. Hypoxia and brain development // *Progress in Neurobiology.* 1996. Vol. 49. pp. 1–51.

Рецензенты:

Буриков А.А., д.б.н., профессор, заведующий кафедрой общей биологии, ФГАОУ ВПО «Южный федеральный университет», г. Ростов-на-Дону;

Черноситов А.В., д.б.н., ведущий научный сотрудник, профессор, ФГУ «Ростовский НИИ акушерства и педиатрии МЗ РФ», г. Ростов-на-Дону.

Работа поступила в редакцию 22.05.2013.

УДК 61:575

ВЫЯВЛЕНИЕ МИКРОАНОМАЛИЙ ХРОМОСОМ У ДЕТЕЙ С НЕДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫМИ ФОРМАМИ УМСТВЕННОЙ ОТСТАЛОСТИ: ОРИГИНАЛЬНЫЙ АЛГОРИТМ АНАЛИЗА ХРОМОСОМ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ МЕТОДАМИ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ЦИТОГЕНЕТИКИ

^{1,2} Колотий А.Д., ^{1,2,3} Ворсанова С.Г., ^{1,2} Юров И.Ю., ^{1,2,3} Демидова И.А.,
^{1,2,3} Кравец В.С., ^{1,2,3} Куринная О.С., ¹ Шаронин В.О., ^{1,2,3} Юров Ю.Б.

¹ ФГБУ «Московский НИИ педиатрии и детской хирургии Минздрава РФ», Москва;

² ФГБУ «Научный центр психического здоровья РАМН» Российской академии
медицинских наук, Москва;

³ Московский городской психолого-педагогический университет, Москва,
e-mail: svorsanova@mail.ru; y_yurov@hotmail.com

Приведены результаты лабораторной диагностики хромосомных микроперестроек у 14-ти детей с недифференцированными формами умственной отсталости, задержкой развития, пороками и/или малыми аномалиями развития. При проведении цитогенетического исследования методами дифференциального окрашивания хромосомная патология у этих детей не была выявлена. Недифференцированные (идиопатические) формы умственной отсталости создают трудности врачам-генетикам при медико-генетическом консультировании, что может привести к повторному рождению больного ребенка. Данные случаи сложны для цитогенетической диагностики, поскольку могут быть связаны с микроаномалиями кариотипа, выявление которых возможно только на хромосомах высокого разрешения с применением молекулярно-цитогенетических методов исследования. Применение специального алгоритма анализа хромосомных нарушений, основанного на сочетании дифференциального окрашивания хромосом высокого разрешения, гибридизации на хромосомах *in situ* (FISH-метод) и на ДНК-микроматрицах (аггау CGH) позволило выявить микроаномалии кариотипа и определить этиологические причины умственной отсталости, задержки и аномалий развития у всех 14-ти детей. Применение современных диагностических технологий в сочетании с методами кариотипирования позволяет выявлять новые нозологические формы наследственной патологии в обширной группе детей с недифференцированной умственной отсталостью и другими врожденными аномалиями.

Ключевые слова: медицинская генетика, цитогенетическая диагностика, недифференцированная умственная отсталость, молекулярное кариотипирование, вариации генома, геномные аномалии, хромосомные микроабберации

DETECTION OF CHROMOSOMAL MICROANOMALIES IN CHILDREN WITH IDIOPATHIC FORMS OF MENTAL RETARDATION: ORIGINAL ALGORITHM OF CHROMOSOME ANALYSIS USING HIGH RESOLUTION BANDING AND MOLECULAR CYTOGENETIC TECHNIQUES

^{1,2} Koloty A.D., ^{1,2,3} Vorsanova S.G., ^{1,2} Iourov I.Y., ^{1,2,3} Demidova I.A., ^{1,2,3} Kravets V.S.,
^{1,2,3} Kurinnaya O.S., ¹ Sharonin V.O., ^{1,2,3} Yurov Y.B.

¹ Institute of Pediatrics and Children Surgery, Ministry of Health, Moscow;

² Mental Health Research Center of Russian Academy of Medical Sciences, Moscow;

³ Moscow City University of Psychology and Education, Moscow,
e mail: svorsanova@mail.ru; y_yurov@hotmail.com

Clinical laboratory diagnosis of chromosomal microaberrations have been performed in 14 children with idiopathic mental retardation, developmental delay, defects and/or small abnormalities. All children had presumably «normal» karyotypes detected by differential banding techniques (G-banding). Idiopathic forms of mental retardation provide the problems for cytogenetic diagnosis in clinical practice and genetic counseling. The failures in correct cytogenetic diagnosis could lead to recurrent birth of an affected child. It was proposed that these clinical cases of idiopathic mental retardation may be etiologically linked to microanomalies of karyotype not detectable by G-banding technique. Identification of microaberrations is only possible by the use of high-resolution banding and molecular cytogenetic methods. Here we used a special algorithm of chromosome analysis based on the combined application of high resolution G-banding, *in situ* hybridization (FISH-method) and DNA microarrays (array CGH). Microaberrations of karyotypes as etiological causes of mental retardation were identified in all 14 children.. The use of modern molecular cytogenetic technologies in combination with karyotyping tests allowed to reveals new etiological causes of mental retardation and should be used in clinical laboratory diagnosis.

Keywords: autism, medical genetics, idiopathic mental retardation, molecular karyotyping, genomic variations, genome anomalies, chromosomal microaberrations

Структурные хромосомные аномалии в виде делеций и дупликаций небольшого размера (менее 5–7 млн пн) составляют значительную долю хромосомной патологии среди детей с задержкой развития, аутизмом, пороками и/или малыми аномалиями

развития [1]. Перестройки небольшого размера (микроперестройки) можно выявить лишь на хромосомах высокого разрешения при дифференциальном окрашивании их по длине (G- окрашивание или GTG). Кроме того, подобные аномалии требуют уточне-

ния молекулярно-цитогенетическими методами, включая различные варианты гибридизации *in situ* и сравнительной геномной гибридизации [10, 13, 14]. В практике лаборатории молекулярной цитогенетики нервно-психических заболеваний ФГБУ «Московский НИИ педиатрии и детской хирургии Минздрава РФ» наблюдалось несколько случаев, когда у больных детей, поступивших на обследование с нормальным кариотипом, определенным ранее по месту жительства, нами были обнаружены различные хромосомные микроперестройки. Поводом для проведения повторного цитогенетического исследования у 14 детей с нормальным кариотипом и клиническими проявлениями, характерными для хромосомных синдромов, являлась высокая вероятность наличия у пациентов несбалансированных хромосомных микроперестроек.

Материалы и методы исследования

Цитогенетические и молекулярно-цитогенетические исследования проводили на хромосомах высокого разрешения (около 550 G-сегментов на гаплоидный хромосомный набор) как описано ранее [1]. Большинство обнаруженных нами структурных перестроек уточнялись молекулярно-цитогенетическими методами. При FISH исследовании применялись сайт-специфичные ДНК зонды из коллекции лаборатории цитогенетики и геномики психических заболеваний ФГБУ «НЦПЗ» РАМН с использованием оригинальных протоколов, как описано в деталях ранее

[1, 13, 16–22]. Молекулярное кариотипирование на ДНК-микроматрицах проводили, как описано нами ранее [11, 12, 14]. В работе при описании клинической картины и методов исследования были использованы следующие сокращения: ВПС – врожденный порок сердца; ЗППР – задержка психоречевого развития; ЗПМР – задержка психомоторного развития; ГЗПМР – грубая задержка психомоторного развития; ГЗФР – грубая задержка физического развития; ЗФР – задержка физического развития; ЗВУР – задержка внутриутробного развития; FISH – флуоресцентная гибридизация на препарате (fluorescence *in situ* hybridization); array CGH – (array comparative genomic hybridization) серийная сравнительная геномная гибридизация (молекулярное кариотипирование); CGH – (comparative genomic hybridization) сравнительная геномная гибридизация; MCB – (multicolor banding) многоцветное окрашивание хромосом; wcp – «пэин-тинговая» ДНК проба для окрашивания гомологичных хромосом.

Результаты исследования и их обсуждение

В данной работе приведены результаты анализа и клинические описания некоторых подобных случаев с якобы «нормальным» кариотипом, определенным при «стандартном» кариотипировании. Результаты повторного кариотипирования с применением специального алгоритма цитогенетического исследования, основанного на анализе хромосом высокого разрешения и молекулярно-цитогенетических исследованиях, представлены в таблице.

Случаи микроперестроек у детей, выявленные на хромосомах высокого разрешения с применением молекулярно-цитогенетического анализа (результаты повторной лабораторной диагностики после определения «нормального» кариотипа классическими цитогенетическими методами)

№ п/п	Результат первичного кариотипирования	Результат повторного кариотипирования на хромосомах высокого разрешения	Результат молекулярно-цитогенетической диагностики	Методы диагностики
1	46,XX*	46,XX, del(20)(q11.2q13.1)	46,XX,del(20)(q11.23q13.11)	FISH
2	46,XX	46,XX, del(1)(p32p22)	46,XX, del(1)(p31.2p22.2)	MCB
3	46,XX	46,XX, del(9)(q22.33q31.2)	46,XX, del(9)(q22.33q31.2)	MCB
4	46,XX	46,XX, del(4)(q27q31.1)	46,XX, del(4)(q27q31.1)	FISH, MCB
5	46,XY	46,XY, del(4)(p16.1)	46,XY, del(4)(p16.1)	FISH
6	46,XX	46,XX, del(2)(q37.2)	46,XX, del(2)(q37.3)	FISH
7	46,XX	46,XX, del(9)(p22)	46,XX, del(9)(p22.3)	FISH
8	46,XX	46,XX, der(18)	46,XX, del(18)(q21.2q21.32), inv(8)(p11.21q11.2)	arrayCGH, MCB
9	46,XY	46,Y, add(X)(q28)	46,Y, dup(X)(q28)	FISH
10	46,XX	46,XX, add(16)(p13.3)	-	-
11	46,XX	46,XX, add(4)(q33)	46,XX,der(4)t(4;14)(q31.3;q24.3)mat	FISH с wcp зондами
12	46,XX	46,XX, add(1)(q44)	46,XX, der(1)t(1;16)(q44;p13.12) pat	Array CGH
13	46,XX	46,XX, der(6)(6pter->6q25.73::?)	46,XX, der(6)t(6;12)(q25.3;q24.2) pat	FISH с wcp зондами
14	46,XX,4p+	46,XX, t(4;6)(p16.73;p23)	46,XX,t(4;6)(p16.3;p23), del(4)(p16.3)	CGH, FISH

Примечание. *Все результаты цитогенетического исследования даны по международной номенклатуре [12].

Описание случаев

Случай 1. У девочки в возрасте 2 г. 3 мес. клинические проявления были следующими: ЗФР, ЗПМР, порок развития головного мозга (лисэнцефалия, гипоплазия мозолистого тела, киста промежуточного паруса), расщелина твердого и мягкого неба, гипоплазия зрительных нервов, пигментная кайма вокруг дисков зрительных нервов, врожденная миопия высокой степени, эпикант, монголоидный разрез глазных щелей, широкое переносье, крупный рот, оттопыренные ушные раковины, тугоухость II степени, вальгусные стопы, гемангиомы, клинодактилия мизинцев обеих рук, открытое овальное окно, синдром нарушения кишечного всасывания. При применении цитогенетического метода диагностики на хромосомах высокого разрешения выявлена интерстициальная делеция хромосомы 20. Кариотип девочки – 46,XX,del(20)(q11.2q13.1). Точки разрыва были уточнены методом FISH. Кариотип девочки после проведения молекулярно-цитогенетической диагностики – 46,XX,del(20)(q11.23q13.11) [3].

Случай 2. У девочки в возрасте 7 мес. при клиническом обследовании наблюдались следующие проявления: ЗПМР, поражение ЦНС, косоглазие, пороки сердца, вальгусная деформация стоп, тугоухость. При применении цитогенетического метода диагностики на хромосомах высокого разрешения выявлена интерстициальная делеция хромосомы 1. Кариотип ребенка – 46,XX,del(1)(p32p22). Делеция хромосомы 1 уточнялась методом МСВ. В резуль-

тате исследования были уточнены точки разрыва. Кариотип после проведения молекулярно-цитогенетической диагностики – 46,XX,del(1)(p31.2p22.2).

Случай 3. У девочки в возрасте 10 лет обнаружены следующие клинические проявления: ЗФР, ЗПМР, птоз, эпикант, удлинённый фильтр, оттопыренные ушные раковины, брахидактилия кистей и стоп, аномалия шейных позвонков, удвоение левой почки, преждевременное половое развитие. При проведении цитогенетического анализа на хромосомах высокого разрешения выявлена интерстициальная делеция хромосомы 9. Кариотип девочки – 46,XX,del(9)(q22.3q31). Делеция уточнена методом МСВ. Кариотип девочки после использования молекулярно-цитогенетического метода диагностики – 46,XX,del(9)(q22.33q31.2).

Случай 4. У девочки в возрасте 1 г. 3 мес. симптомокомплекс включал следующие клинические проявления: ГЗФР, ЗПМР, ЗВУР III степени, микроцефалию, эпикант, широкий кончик носа, мочки ушей отделены глубокой складкой, узкий рот, пятно цвета «кофе с молоком» на спине, широкую грудную клетку. При применении цитогенетического метода диагностики на хромосомах высокого разрешения выявлена интерстициальная делеция хромосомы 4 с предположительными точками разрыва del(4)(q2?3q2?6). После проведения FISH диагностики с сайт-специфическими ДНК зондами на хромосому 4 и МСВ точки разрыва уточнены. Кариотип у ребенка – 46,XX,del(4)(q27q31.1) (рис. 1) [9].

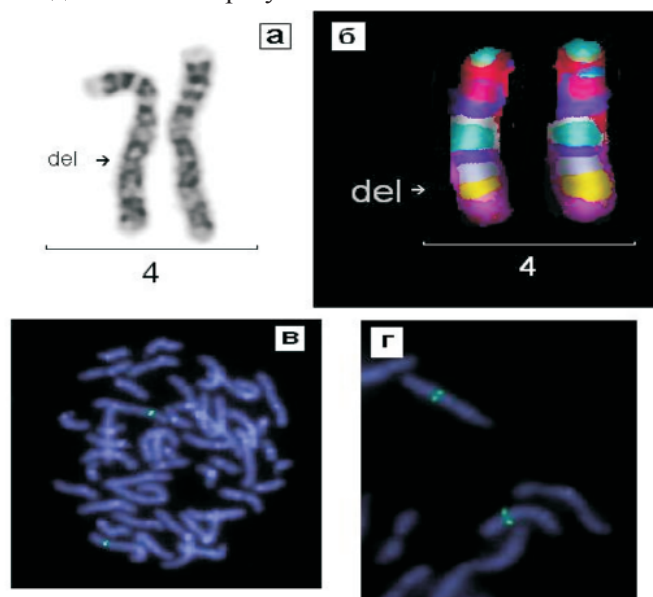


Рис. 1. Случай 4. (а) Гомологи хромосомы 4: интерстициальная делеция указана стрелкой; (б) уточнение точек разрыва при делеции методом МСВ: делеция на хромосоме 4 указана стрелкой; (в, г) уточнение размера потерянного участка FISH методом с использованием сайт-специфичных ДНК зондов на участки хромосомы 4 (4q26) (в) и (4q31.2) (г), данные участки в делетированной хромосоме присутствуют

Случай 5. У мальчика в возрасте 3 года среди клинических признаков были отмечены: ЗВУР, ЗФР, ЗПМР, ВПС, агенезия *corpus callosum*, стволотая гипоспадия, крипторхизм, антимонголоидный разрез глазных щелей, маленький уплощенный нос, экзофтальм, низкорасположенные диспластичные оттопыренные ушные раковины, выступающий сглаженный фильтр, маленькие кисти и стопы. При проведении цитогенетического анализа на хромосомах высокого разрешения обнаружена терминальная делеция хромосомы 4 – синдром Вольфа-Хиршхорна. Кариотип мальчика – 46,XY,del(4)(p16.1). Синдром Вольфа-Хиршхорна впоследствии подтвержден методом FISH с сайт-специфичным ДНК зондом на короткое плечо хромосомы 4.

Случай 6. У девочки в возрасте 1 г. 8 мес. при клиническом обследовании были отмечены: ЗВУР, ЗФР, ЗПМР, мышечная гипотония, выступающие теменные бугры, плоская переносица, частичный птоз верхних век, эпикант, маленький нос с выступающими вперед ноздрями, высокое небо, гипоплазия нижней челюсти, ретрогнатия, двусторонняя тугоухость, короткая шея, гипертелоризм сосков, пупочная грыжа, сандалевидная щель, низкорасположенные оттопыренные ушные раковины. При применении цитогенетического исследования на хромосомах высокого разрешения выявлена терминальная делеция длинного плеча хромосомы 2. Кариотип ребенка – 46,XX,del(2)(q37.2). Делеция уточнена при помощи FISH с субтеломерным ДНК зондом на участок 2q37.3. Кариотип девочки после использования молекулярно-цитогенетической диагностики – 46,XX,del(2)(q37.3) [2].

Случай 7. У девочки в возрасте 8 лет клинические проявления при поступлении были следующие: ЗППР, контрактуры в межфаланговых, лучезапястных и локтевых суставах, гипертелоризм глазных щелей, неправильный рост зубов, маленькие деформированные ушные раковины, гипоплазия нижней челюсти, пятно цвета «кофе с молоком» на плече, плосковальгусные стопы. При проведении цитогенетического анализа на хромосомах высокого разрешения выявлена терминальная делеция хромосомы 9. Кариотип ребенка – 46,XX,del(9)(p22). Точка разрыва была уточнена методом FISH. Кариотип девочки после применения молекулярно-цитогенетической диагностики – 46,XX,del(9)(p22.3).

Случай 8. У девочки в возрасте 8 лет отмечались следующие клинические проявления: ГЗПМР, микроцефалия, сдавленный с боков череп, узкий лоб, эпикант, антимонголоидный разрез глазных щелей,

несимметричные деформированные ушные раковины, приподнятая верхняя губа, неправильный рост зубов, маленькие кисти и стопы, атрезия ануса, тератома копчиковой области. При цитогенетическом исследовании на хромосомах высокого разрешения определена структурная перестройка в хромосоме 18, не поддающаяся точному определению данным методом. Кариотип ребенка – 46,XX,der(18). Было рекомендовано молекулярное кариотипирование – array CGH. Выявлена интерстициальная делеция хромосомы 18. При применении метода MCB на хромосому 18 обнаружена перичентрическая инверсия хромосомы 18. Кариотип девочки после проведения молекулярно-цитогенетических исследований – 46,XX,del(18)(q21.2q21.32),inv(18)(p11.21q11.2) [14].

Случай 9. Мальчик в возрасте 1 года поступил на обследование со следующим симптомокомплексом: ГЗПМР; ЗФР; приступы судорог в виде замирания, с последующим тоническим напряжением мышц конечностей и туловища, частота которых постепенно нарастала (к году они стали ежедневными), характер их изменился на генерализованные тонико-клонические судороги; микроцефалия; высокий лоб; гипоплазия носа; седловидная переносица; маленький рот; гипоплазия нижней челюсти; поперечная ладонная складка; укорочение II пальцев стоп; крипторхизм; гипоплазия сосков и пупочного кольца; отсутствие глотательного рефлекса (кормление осуществлялось через зонд); отмечались частые респираторные заболевания; пневмонии. При применении цитогенетического метода диагностики на хромосомах высокого разрешения выявлено увеличение участка Xq28. Кариотип ребенка – 46,Y,add(X)(q28). Методом FISH была определена дупликация этого участка. Кариотип мальчика после проведения молекулярно-цитогенетической диагностики – 46,Y,dup(X)(q28) [5].

Случай 10. У девочки в возрасте 6 лет среди клинических проявлений обращали на себя внимание: ГЗППР, ЗФР, атаксия, микроцефалия, короткая шея, монголоидный разрез глазных щелей, эпикант, широкая спинка носа, гипоплазия средней части лица, ротированные назад ушные раковины, рот «карпа», брахидактилия, проксимальное расположение I пальцев кистей и стоп, сандалевидная щель. При проведении цитогенетического анализа на хромосомах высокого разрешения обнаружен дополнительный материал на коротком плече хромосомы 16. Кариотип девочки – 46,XX,add(16)(p13.3).

Случай 11. У девочки в возрасте 2 года отмечался следующий симптомокомплекс: ЗПМР, мегауретерогидронефроз, частичная

атрофия зрительных нервов, тугоухость II–III степени, эпикант, гипотелоризм глазных щелей, короткий фильтр, готическое небо, сужение носовых проходов, маленькие диспластичные ушные раковины, телеангиэктазии кожи, ВПС в виде дефекта межпредсердной перегородки. Цитогенетический анализ на хромосомах высокого разрешения выявил дополнительный материал неизвестного происхождения на хромосоме 4. Кариотип ребенка – 46,XX,add(4)(q33). При обследовании родителей обнаружена

реципрокная транслокация у матери. Точки разрыва уточнены методом FISH с применением wcr ДНК зондов (пэйтинговые пробы)* на хромосомы 4 и 14. Кариотип матери пробанда после проведения молекулярно-цитогенетического исследования – 46,XX,t(4;14)(q31.3;q24.3). Таким образом, у девочки имелась частичная моносомия по хромосоме 4 и частичная трисомия по хромосоме 14. Кариотип ребенка после проведения всех исследований 46,XX,der(4)t(4;14)(q31.3;q24.3)mat (рис. 2) [6].

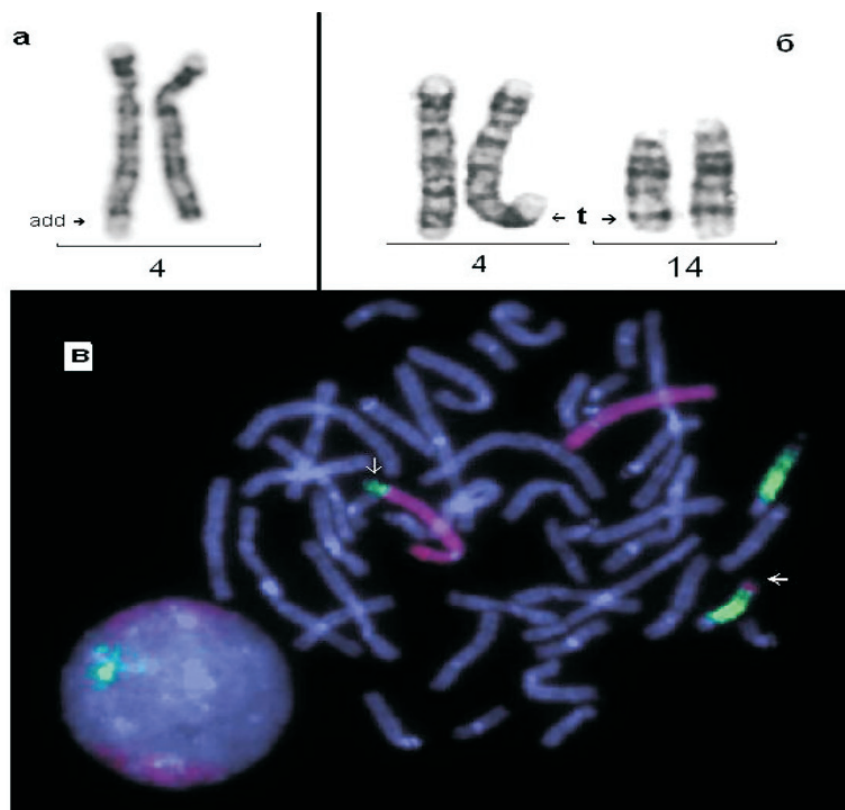


Рис. 2. Случай 11. (а) Дополнительный генетический материал на хромосоме 4 у пробанда; (б) реципрокная транслокация между хромосомами 4 и 14, выявленная у матери пробанда; (в) FISH исследование для уточнения точек разрыва при транслокации у матери с использованием wcr ДНК проб (пэйтинговых проб) на хромосомы 4 и 14, которые окрашивают хромосому определенным цветом по всей длине

Случай 12. У девочки 6-ти лет были выявлены следующие клинические проявления: ЗПРР, ЗФР, микроцефалия, комплекс лицевых микроаномалий. Обнаружен дополнительный материал неизвестного происхождения в терминальной части длинного плеча хромосомы 1. Кариотип ребенка после проведения цитогенетической диагностики на хромосомах высокого разрешения – 46,XX,add(1)(q44) [7, 8]. При обследовании родителей обнаружена реципрокная транслокация у отца девочки. Кариотип отца пробанда – 46,XY,t(1;16)(q44;p13.12) [7, 8]. В данном случае не представлялось возможности корректно опреде-

лить хромосомную микроаномалию у ребенка, поэтому было рекомендовано проведение агау CGH. Кариотип девочки после проведения молекулярного кариотипирования (arrayCGH) – 46,XX,der(1)t(1;16)(q44;p13.12) pat (рис. 3) [8, 14].

Случай 13. У девочки в возрасте 1 г. 8 мес. наблюдались следующие клинические проявления: ЗПМР, мышечная гипотония, гидроцефалия, открытое овальное окно, гипертелоризм антимонголоидных глазных щелей, эпикант, плоская переносица, готическое небо, синдактилия II–III пальцев стоп, сакральный синус. При цитогене-

нетическом исследовании на хромосомах высокого разрешения было выявлено изменение терминального участка длинного плеча хромосомы 6. Кариотип ребенка – 46,XX,der(6)(6pter- > 6q25.73::?). При цитогенетическом обследовании родителей обнаружена реципрокная транслокация у отца девочки с участием хромосом 6

и 12. Точки разрыва уточнены методом FISH с wcp ДНК зондами (пэйнтинговые пробы) на соответствующие хромосомы. Кариотип отца после проведения молекулярно-цитогенетического исследования – 46,XY,t(6;12)(q25.3;q24.2). Кариотип ребенка – 46,XX, der(6)t(6;12)(q25.3;q24.2) pat (рис. 4).

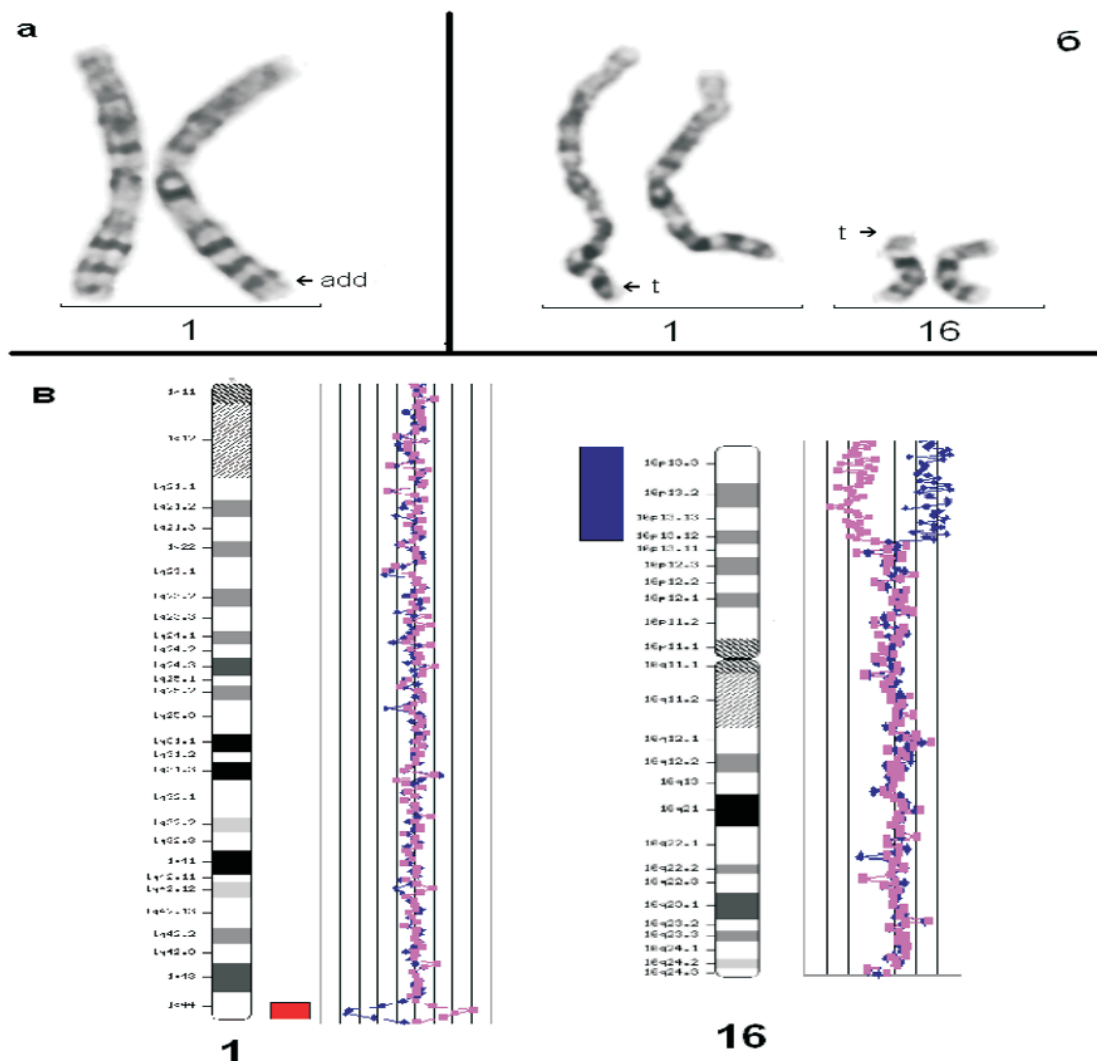


Рис. 3. Случай 12. (а) Дополнительный генетический материал на хромосоме 1 у пробанда; (б) реципрокная транслокация между хромосомами 1 и 16, выявленная у отца пробанда; (в) результат исследования arrayCGH, проведенного пробанду, с указанием делеции хромосомы 1 – участка 1q44 и дупликации хромосомы 16 – участка 16pter- > p13.12

Случай 14. Девочка в возрасте 1-го года поступила в клинику с кариотипом 46,XX,4p+. Симптомокомплекс у девочки был следующим: ГЗПМР, ЗФР, микроцефалия, судороги, гипертелоризм глазных щелей, экзофтальм, деформированные ушные раковины, опущенные углы рта, широкий нос, пигментные пятна на теле, дольчатость почек при ультразвуковом исследовании. При цитогенетическом исследовании на хромосомах высокого разрешения у девоч-

ки была обнаружена предположительно реципрокная транслокация между хромосомами 4 и 6. Кариотип ребенка – 46,XX,t(4;6)(p16.73;p23). Учитывая тяжелую клиническую картину ребенка, для уточнения диагноза были проведены дополнительные молекулярно-цитогенетические исследования: CGH и FISH. Методом CGH несбалансированных хромосомных перестроек обнаружено не было, тогда как FISH исследование с субтеломерной ДНК пробой на короткое

плечо хромосомы 4 выявило делецию терминальной части хромосомы 4 (del4p16.3). Таким образом, транслокация у ребенка оказалась несбалансированной. Обнаруже-

на делеция короткого плеча хромосомы 4. Таким образом, с помощью молекулярно-цитогенетических методов у девочки был выявлен синдром Вольфа-Хиршхорна [4].

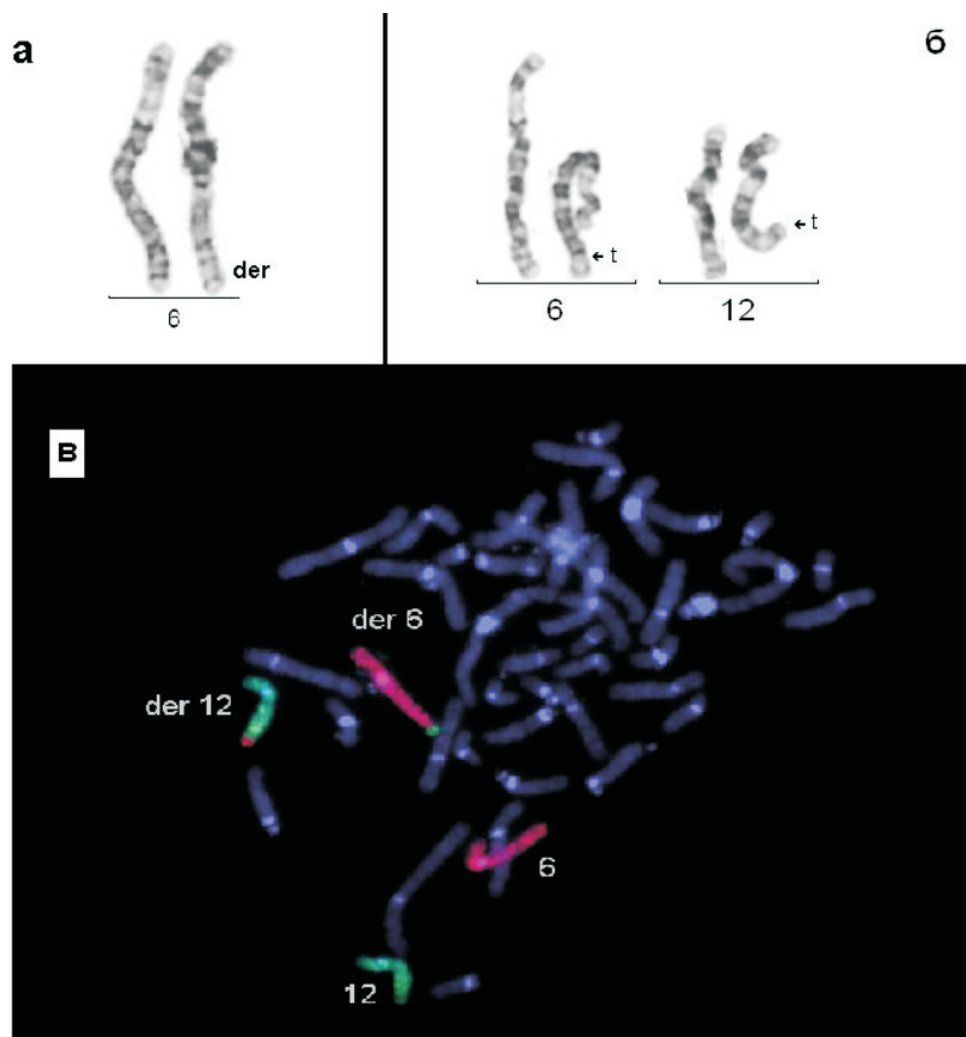


Рис. 4. Случай 13. (а) Дериватная хромосома 6 у пробанда; (б) реципрокная транслокация у отца пробанда между хромосомами 6 и 12; (в) уточнение точек разрыва методом FISH при транслокации 6 и 12 с использованием *иср* ДНК проб (пэйтинговых проб), которые окрашивают хромосому определенным цветом по всей длине

Заключение

Мы привели описание 14 случаев хромосомных микроперестроек у детей с идиопатическими формами умственной отсталости, задержкой развития, пороками и/или малыми аномалиями развития, при которых детям ранее проводилось цитогенетическое исследование, но хромосомная патология не была выявлена. Данные случаи хромосомных аномалий сложны для цитогенетической диагностики, поскольку связаны с небольшими по размеру изменениями, выявление которых возможно только на хромосомах высокого разреше-

ния. В приведенных случаях обнаружены аномалии следующих хромосом: 1, 2, 4, 9, 12, 14, 16, 18, 20 и X. В 2 случаях хромосомная патология наблюдалась у мальчиков и в 12 случаях – у девочек. В одном случае микроперестройку, которая была причиной заболевания ребенка, нельзя было выявить на хромосомах высокого разрешения (случай № 14), а именно микроделецию 4p16.3 у ребенка с транслокацией между хромосомами 4 и 6, цитогенетически видимую как сбалансированная перестройка. В этом случае размер делеции, вероятно, составлял менее 1,5–2 млн пн. FISH исследование с суб-

теломерной ДНК пробой на короткое плечо хромосомы 4 выявило делецию терминальной части хромосомы 4 (del4p16.3). Таким образом, транслокация у ребенка оказалась несбалансированной. Следует отметить, что ещё более эффективным методом исследования в подобных случаях является метод агауCGH (молекулярное кариотипирование). Все обнаруженные хромосомные перестройки требовали уточнения молекулярно-цитогенетическими методами исследования. Эти методы были необходимы по следующим причинам:

1) для определения дополнительного хромосомного материала неизвестного происхождения;

2) для уточнения размера делеций, особенно интерстициальных;

3) для выявления генетического дисбаланса при «сбалансированных» транслокациях.

Необходимость применения методов FISH, MCB или агауCGH определялась исходя из размера перестройки. При предположительно крупных (5–7 млн пн) перестройках применялся метод FISH. В двух случаях (№ 8 и № 12) использовался метод агауCGH (молекулярное кариотипирование): при сложной перестройке в хромосоме 18 (случай № 8), при которой было проблематично подобрать необходимые ДНК зонды, и в случае № 12 для уточнения терминальной делеции, которая составила порядка 3 млн пн в перестроенной хромосоме 1. Таким образом, анализируя все случаи, необходимо подчеркнуть эффективность проведения цитогенетической диагностики на хромосомах высокого разрешения для выявления микроперестроек при недифференцированных формах умственной отсталости, а также использование молекулярно-цитогенетических методов для выявления геномных (хромосомных) микроаномалий с целью корректного медико-генетического консультирования. Идиопатические формы умственной отсталости создают трудности врачам-генетикам при медико-генетическом консультировании, что может привести к повторному рождению больного ребенка или спонтанным абортam в семье. Применение современных диагностических технологий позволяет не только повысить эффективность молекулярно-цитогенетической диагностики за счет выявления микроаномалий генома у детей с нарушениями психики, но также выявлять новые нозологии из недифференцированных (идиопатических) форм умственной отсталости.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации (МД-4401.2013.7).

Список литературы

1. Ворсанова С.Г., Юров Ю.Б., Чернышов В.Н. Медицинская цитогенетика (учебное пособие). – М.: медпрактика, 2006. – 300 с.
2. Случай делеции длинного плеча хромосомы 2 у ребенка с задержкой психоречевого и моторного развития: необходимое применение молекулярного кариотипирования / И.А. Демидова, С.Г. Ворсанова, И.Ю. Юров и др. // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2012. – № 57(5 Suppl. 2). – С. 104–105.
3. Интерстициальная микроделеция хромосомы 20 у ребенка с грубой задержкой развития и комплексом микроаномалий: использование современных технологий / А.Д. Колотий, И.Ю. Юров, Т. Лиер и др. // Современные технологии в педиатрии и детской хирургии: сборник материалов VI Российского конгресса. – М., 2007. – С. 83.
4. Микроделеция в районе 4p16.3 при транслокации с участием хромосом 4 и 6 у ребенка с фенотипом синдрома Вольфа-Хиршхорна / А.Д. Колотий, И.Ю. Юров, В.Ю. Воинова и др. // Современные технологии в педиатрии и детской хирургии: сборник материалов IX Российского конгресса. – М., 2010. – С. 94.
5. Дупликация Xq28 у мальчика с грубой задержкой психомоторного развития, множественными аномалиями и частыми респираторными инфекциями / А.Д. Колотий, М.И. Яблонская, Г.Ю. Сёмина и др. // Инновационные технологии в педиатрии и детской хирургии: сборник материалов X Российского конгресса. – М., 2011. – С. 81–82.
6. Случай частичной трисомии хромосомы 14 и частичной моносомии хромосомы 4, подтвержденный молекулярно-цитогенетическими методами / А.Д. Колотий, И.А. Демидова, Г.А. Алямовская и др. // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2012. – № 57 (5 Suppl. 2). – С. 107–108.
7. Молекулярно-цитогенетическое исследование 28 случаев дополнительного хромосомного материала неизвестного происхождения у детей с задержкой психомоторного и психоречевого развития и МВНР / А.Д. Колотий, И.Ю. Юров, И.А. Демидова и др. // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2012. – № 57 (5 Suppl. 2). – С. 108–109.
8. Диагностика частичной моносомии длинного плеча хромосомы 1 и трисомии короткого плеча хромосомы 16, образовавшихся в результате транслокации отцовского происхождения, с использованием инновационных молекулярно-цитогенетических технологий / О.С. Куриная, С.Г. Ворсанова, А.Д. Колотий и др. // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2012. – № 57 (5 Suppl. 2). – С. 112.
9. Случай интерстициальной делеции длинного плеча хромосомы 4 у ребенка с задержкой физического развития и множественными врожденными пороками развития: применение методов FISH и MCB / О.С. Куриная, С.Г. Ворсанова, А.Д. Колотий и др. // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2012. – № 57(5 Suppl. 2). – С. 112.
10. Роль молекулярно-цитогенетической диагностики в пост- и пренатальном выявлении хромосомной патологии / И.В. Соловьев, С.Г. Ворсанова, И.А. Демидова и др. // Ультразвуковая перинатальная диагностика. – 1995. – № 6–7. – С. 65–70.
11. Генетические аспекты психологических и поведенческих нарушений у детей с аутистическими расстройствами и трудностями в обучении: диагностика геномных и хромосомных нарушений с использованием ДНК-микрочипов / И.Ю. Юров, С.Г. Ворсанова, О.С. Куриная и др. // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 3.
12. Диагностика геномных нарушений у детей с умственной отсталостью и аутизмом с помощью серийной сравнительной геномной гибридизации (агау CGH и HRCGH) / И.Ю. Юров, С.Г. Ворсанова, О.С. Куриная и др. // Клиническая генетика и перинатальная диагностика. – 2012. – № 1. – С. 50–54.

13. Юров И.Ю., Ворсанова С.Г., Юров Ю.Б. Современные достижения в молекулярно-цитогенетической диагностике наследственных болезней // Клиническая лабораторная диагностика. – 2005. – № 11. – С. 21–29.
14. ISCN 2009. An international system for human cytogenetic nomenclature. L.G. Shaffer, M.L. Slovak, L.J. Campbell (eds); S.Karger, Basel. – 2009. – P. 138.
15. Iourov I.Y., Vorsanova S.G., Kurinnaia O.S. et al. Molecular karyotyping by array CGH in a Russian cohort of children with intellectual disability, autism, epilepsy, and congenital anomalies // Mol. Cytogenet. – 2012. – № 5. – P. 46.
16. Soloviev I.V., Yurov Y.B., Vorsanova S.G., Malet P. Microwave activation of fluorescence in situ hybridization: a novel method for rapid chromosome detection and analysis // Focus. – 1994. – Vol. 16(4). – P. 115–116.
17. Soloviev I.V., Yurov Y.B., Ioannou I. et al. Identification and molecular-cytogenetic characterization of large subset of human plasmids, cosmids PAC and YAC clones: the search of DNA probes for pre- and postnatal diagnosis // Cs. Pediatrie. – 1997. – Vol. 52. – P. 529–538.
18. Vorsanova S.G., Kolotii A.D., Sharonin V.O. et al. FISH analysis of microaberrations at telomeric and subtelomeric regions in chromosomes of children with mental retardation // Am J Hum Genet. – 1998. – Vol. 65 (Suppl. 1). – P. 54.
19. Vorsanova S.G., Yurov Y.B., Alexandrov I.A. et al. 18p– Syndrome: an unusual case and diagnosis by in situ hybridization with chromosome 18-specific alphoid DNA sequence // Human Genetics. – Vol. 72 (2). – P. 185–187.
20. Vorsanova S.G., Yurov Y.B., Ulas V.Y. et al. Cytogenetic and molecular-cytogenetic studies of Rett syndrome (RTT): a retrospective analysis of a Russian cohort of RTT patients (the investigation of 57 girls and three boys) // Brain. Dev. – 2001. – Vol. 23. – P. 196–201.
21. Yurov Y.B., Soloviev I.V., Vorsanova S.G. et al. DNA probes for pre- and postnatal diagnosis of chromosomal anomalies: a collection for FISH analysis // Cs. Pediatr. – 1997. – Vol. 7. – P. 550–554.
22. Yurov Y.B., Vorsanova S.G., Soloviev I.V. et al. Original collection of DNA probes for preimplantational, fetal prenatal and postnatal diagnosis of chromosomal analysis by FISH / (eds): Macek M.Sr., Bianchi D., Cuckle H. Early prenatal diagnosis, fetal cells and DNA in mother, present state and perspectives. – Prague, 2002. – P. 275–283.
5. Kolotij A.D., Jablonskaja M.I., Sjomina G.Ju. i dr. X Rossijskij kongress «Innovacionnye tehnologii v pediatrii i detskoj hirurgii»: sbornik materialov kongressa. Moskva, Rossija, 2011, pp. 81–82.
6. Kolotij A.D., Demidova I.A., Aljamovskaja G.A. i dr. Rossijskij vestnik perinatologii i pediatrii, 2012, Vol. 57 (5 Suppl. 2), pp. 107–108.
7. Kolotij A.D., Iourov I.Yu., Demidova I.A. i dr. Rossijskij vestnik perinatologii i pediatrii, 2012, Vol. 57 (5 Suppl. 2), pp. 108–109.
8. Kurinnaja O.S., Vorsanova S.G., Kolotij A.D. i dr. Rossijskij vestnik perinatologii i pediatrii, 2012, Vol. 57 (5 Suppl. 2), pp. 112.
9. Kurinnaja O.S., Vorsanova S.G., Kolotij A.D. i dr. Rossijskij vestnik perinatologii i pediatrii, 2012, Vol. 57 (5 Suppl. 2), pp. 112.
10. Solov'ev I.V., Vorsanova S.G., Demidova I.A. i dr. Ul'trazvukovaja perinatal'naja diagnostika, 1995, Vol. 6, pp. 65–70.
11. Iourov I.Yu., Vorsanova S.G., Kurinnaja O.S. i dr. Sovremennye problemy nauki i obrazovanija, 2012, 3.
12. Iourov I.Yu., Vorsanova S.G., Kurinnaja O.S. i dr. Klinicheskaja genetika i perinatal'naja diagnostika, 2012, Vol. 1, pp. 50–54.
13. Iourov I.Yu., Vorsanova S.G., Yurov Y.B. Klinicheskaja laboratornaja diagnostika., 2005, Vol. 1, pp. 21–29.
14. ISCN 2009. An international system for human cytogenetic nomenclature. L.G. Shaffer, M.L. Slovak, L.J. Campbell (eds); S. Karger, Basel, 2009. pp. 138.
15. Iourov I.Y., Vorsanova S.G., Kurinnaia O.S. et al. Mol. Cytogenet., 2012, Vol. 5, pp. 46.
16. Soloviev I.V., Yurov Y.B., Vorsanova S.G., Malet P. Focus, 1994, Vol. 16(4), pp. 115–116.
17. Soloviev I.V., Yurov Y.B., Ioannou I. et al. Cs. Pediatrie, 1997, Vol. 5, pp. 529–538.
18. Vorsanova S.G., Kolotii A.D., Sharonin V.O. et al. Am J Hum Genet., 1998, Vol. 65 (Suppl. 1), pp. 54.
19. Vorsanova S.G., Yurov Y.B., Alexandrov I.A. et al. Human Genetics, Vol. 72 (2), pp. 185–187.
20. Vorsanova S.G., Yurov Y.B., Ulas V.Y. et al. Brain. Dev., 2001, Vol. 23, pp. 196–201.
21. Yurov Y.B., Soloviev I.V., Vorsanova S.G. et al. DNA probes for pre- and postnatal diagnosis of chromosomal anomalies: a collection for FISH analysis. Cs. Pediatr., 1997, Vol. 7, pp. 550–554.
22. Yurov Y.B., Vorsanova S.G., Soloviev I.V. et al. Original collection of DNA probes for preimplantational, fetal prenatal and postnatal diagnosis of chromosomal analysis by FISH. (eds): Macek M.Sr., Bianchi D., Cuckle H. Early prenatal diagnosis, fetal cells and DNA in mother, present state and perspectives. Prague, 2002, pp. 275–283.

References

Работа поступила в редакцию 27.05.2013.

УДК 634. 72 + 634.725

СВЯЗЬ МЕЖДУ ПОРАЖАЕМОСТЬЮ СОРТОВ *RIBES NIGRUM* L. АНТРАКНОЗОМ И СЕПТОРИОЗОМ И ИХ ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬЮ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Михневич Н.И., Сорокопудов В.Н.

Национальный исследовательский университет «Белгородский государственный университет»,
Белгород, e-mail: sorokopudov@bsu.edu.ru

Продуктивность растений смородины зависит от адаптированности к неблагоприятным условиям среды, включая засуху. Влияние засухи проявляется в потере воды клетками, в результате нарушается водный баланс и образуется водный дефицит. Из-за сильной транспирации или недостаточного поглощения влаги корнями растение увядает. Чем выше толерантность растений к обезвоживанию протоплазмы без губительных последствий для них во время преодоления водного стресса, тем выше и засухоустойчивость, она изменяется в течении онтогенеза и зависит от внешних условий. Изучено влияние летней засухи на растения группы сортов *Ribes nigrum* L. в коллекции Ботанического сада БелГУ. Проведена статистическая оценка взаимосвязи между пораженностью растений *Septoria ribis* Desm., *Pseudopeziza ribis* Kleb. и их гибелью в период летней засухи.

Ключевые слова: *Ribes nigrum* L., *Septoria ribis* Desm., *Pseudopeziza ribis* Kleb., летняя засуха, засыхание

THE RELATIONSHIP BETWEEN DAMAGES OF CULTIVARS OF *RIBES NIGRUM* L. BY *SEPTORIA RIBIS* DESM., *PSEUDOPEZIZA RIBIS* KLEB. AND IT'S DROUGHT RESISTANCE IN THE BELGOROD REGION

Mikhnevich N.I., Sorokopudov V.N.

Belgorod State National Research University, Belgorod, e-mail: sorokopudov@bsu.edu.ru

Productivity of the currant plants depends from adaptability to adverse environmental conditions, including drought. Effect of drought manifested in the loss of water by cells, resulting in impaired water balance and formed a water deficit. The plant is fade because high transpiration or lower water absorption by roots is occurs. The higher the tolerance of plants to dehydration of protoplasm without disastrous consequences for them while overcoming water stress, the higher drought tolerance, it changes during ontogeny and depends on external conditions. The impact of summer drought on plants of cultivars *Ribes nigrum* L. were studied in the collection of the Botanical Garden of BSU. A statistical assessment of the relationship between damages of plants by *Septoria ribis* Desm., *Pseudopeziza ribis* Kleb. and it's death during summer drought.

Keywords: *Ribes nigrum* L., *Septoria ribis* Desm., *Pseudopeziza ribis* Kleb., summer drought, drying

Смородина черная *Ribes nigrum* L. является одной из ведущих ягодных культур в России. При соблюдении технологии возделывания способна ежегодно давать высокие урожаи, на промышленных плантациях урожайность средняя 50–150 ц/га. Смородина черная относится к мезофитам, однако достаточно влаголюбива. Предпочитает хорошо освещённые места, хотя переносит полутеневые условия. Вертикальные корни зрелых растений в зависимости от сорта проникают на глубину 0,6–1,5 м [8]. Наиболее вредоносными грибными болезнями черной смородины на территории ЦЧР являются листовые пятнистости – септориоз и антракноз, вызываемые аскомикотами *Septoria ribis* Desm., *Pseudopeziza ribis* Kleb. Хроническому течению септориоза способствуют стрессовые воздействия на растения смородины, такие неблагоприятные факторы, как зимние морозы, весенние перепады температуры, летняя засуха или переувлажнение. Массового развития заболевание достигает в июле-августе. Причиняемый болезнью вред при ее сильном развитии проявляется

в массовом преждевременном опадении листьев, а в случае суровой зимы на следующий сезон наблюдается малый прирост побегов и очень низкая урожайность [3]. Достаточная сумма осадков положительно влияет на распространение аско- и конидиоспор возбудителя. При недостатке почвенной влаги в большинстве случаев ослабляется сопротивляемость смородины болезням. Во второй половине вегетационного периода возможно некоторое снижение влияния метеорологических факторов на развитие септориоза, т.к. к этому времени сильное проявление болезни обусловлено наличием массы конидиоспор и значительным ослаблением сопротивляемости кустов инфекции, которая снижается по мере затухания роста растений [8].

Цель: изучить взаимосвязь между поражаемостью сортов *Ribes nigrum* L. антракнозом и септориозом и их засухоустойчивостью в условиях Белгородской области.

На коллекционном участке Ботанического сада БелГУ на естественном жестком инфекционном фоне изучалось 37 сортов различного происхождения – 5 групп:

1) *Ribes scandicum* x неизвестные сорта (3 сорта);

2) *Ribes nigrum* ssp. *europaeum* x *R. nigrum* ssp. *sibirikum* x *R. dikuscha* (4 сорта);

3) *Ribes nigrum* ssp. *europaeum* x *R. nigrum* ssp. *sibirikum* x *R. dikuscha* x *R. scandicum* (28 сортов);

4) *Ribes nigrum* ssp. *europaeum* x *R. nigrum* ssp. *sibirikum* x *R. dikuscha* x *R. scandicum* x *R. glutinosum* (1 сорт);

5) *Ribes nigrum* ssp. *europaeum* x *R. nigrum* ssp. *sibirikum* x *R. dikuscha* x *R. scandicum* x *R. janczewskii* (1 сорт). Сорт-образцы высажены по схеме 3×1 м.

Метеорологические данные были предоставлены Белгородской метеостанцией. Белгородская область находится в лесостепной полосе на севере и степной на юге. Климат является засушливым, среднегодовое количество осадков составляет 400–500 мм. Факторы, обусловленные подобным климатом, могут становиться серьезным препятствием для успешной интродукции растений. Поэтому засухоустойчивость растений в данных нетипичных для *R. nigrum* условиях является одним из важнейших эколого-биологических свойств, составляющих адаптивные способности вида. Для характеристики увлажненности территории вычислялся гидротермический коэффициент (ГТК) Селянинова [2].

Условия на колекционном участке Ботанического сада БелГУ

Почва участка – чернозем типичный, среднеслойный, малогумусный, слабосмытый, тяжелосуглинистый на лессовидном суглинке. Содержание гумуса составляет 4,30–4,38%, pH 6,3–6,8. Сумма поглощенных оснований 38–40 мг экв. на 100 г почвы. Содержание питательных веществ в слое 0–20 см: N_д – 118 мг/кг, P₂O₅ по Чирикову – 160 мг/кг, K₂O по Чирикову – 133 мг/кг [4].

Смородина произрастает без дополнительного полива и внесения удобрений, что делается с целью изучения естественной приспособляемости этих сортов к условиям Белгородской области.

Метеорологические показатели Белгорода в период вегетации черной смородины представлены в табл. 1. Среднемесячные температуры мая-июля 2011 г. на 1–2°C превышают средние значения за последнее десятилетие, а температура мая-сентября на 2–3,5°C выше (т.е. значительно), чем в 1991–2000 гг., сумма осадков в апреле-июне незначительно отклонялась от средних многолетних данных, в июле была превышена на 15 мм, а в августе и сентябре была сильная засуха (ГТК 0,29). Средний ГТК августа за последние годы также

характеризует наличие сильной засухи. Температура поверхности почвы днём превышает температуру воздуха примерно на 20–32 градуса (в зависимости от других метеословий) и максимальные температуры изредка достигают примерно 62°C, на глубине 5 см среднесуточная температура почвы на 3–4 градуса выше температуры воздуха, на глубине 10 см – на 2,5–3,5 градуса выше, на глубине 20 см – ±1°C (в зависимости от других условий).

Предыдущий 2010 год был в Северном полушарии самым теплым за 120 лет регулярных метеорологических наблюдений [6], в Белгороде – по крайней мере, с 1970 года, в летние месяцы температура превышала среднюю многолетнюю на 4–5°C и наблюдалась засуха (ГТК 0,31–0,51). Однако в Ботсаду БелГУ проводились профилактические поливы растений (в результате погибло только около 15% образцов черной смородины), также изучение пораженности растений болезнями было несколько затруднено и проведено недостаточно точно, что не позволяет дать ей статистически несмещенную оценку.

Хотя среднемесячная увлажненность июня и июля 2011 г. была достаточной, осадки во время периода распределялись неравномерно и часто были в виде ливневых дождей: с третьей декады мая до середины третьей декады июня была сильная засуха, затем за 9 суток выпало 155 мм осадков, далее их почти не было до 23–24 июля, когда выпало 15 мм, в августе выпало всего 18 мм осадков, но их распределение по времени было довольно равномерным. В табл. 2 приведены характеристики периодов устойчивой погоды летом 2011 г.

Гибель растений во время засухи в зависимости от пораженности пятнистостями

На колекционном участке Ботанического сада БелГУ растения смородины удовлетворительно переносили водный стресс до первой половины августа. С конца мая наблюдалось линейное повышение пораженности септориозом и антракнозом. Высокое поражение в период засухи, вероятно, объясняется распространением конидиоспор грибов воздушно-капельным способом во время ливневых дождей. В течение августа в связи с естественным затуханием прироста смородины, высокой зараженностью пятнистостями и засухой наблюдалось засыхание растений вплоть до гибели 40% образцов разных сортов к первой половине сентября. Симптомы на гибнущих образцах развивались постепенно примерно в течение 2 недель: потеря тургора листьев, хлороз,

постепенное приобретение листьями осенней окраски, затем их полное высыхание (листья опадали не сразу, а через некоторое

время, часть из них держалась на ветвях до месяца), потом полностью засыхали почки и стебли, что знаменовало гибель растения.

Таблица 1

Метеорологические показатели по месяцам в период вегетации смородины

Показатель	Годы	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Средняя температура воздуха, °C	2011	7,7	17,0	20,1	22,4	19,9	14,7
	1991–2000	8,0	13,7	18,2	19,4	18,1	12,2
	2001–2011	8,3	15,1	18,3	21,3	20,4	14,1
Сумма осадков, мм	2011	32,8	46,5	67,5	82,8	17,6	12,9
	1991–2000	41,0	51,5	65,4	65,1	48,7	57,5
	2001–2011	27,6	47,5	63,3	65,6	31,1	59,8
ГТК	2011	0,03	0,88	1,12	1,19	0,29	0,29
	2005–2011	0,27	0,85	1,04	0,88	0,39	0,95
Число дней в месяце с осадками	2011	10	7	10	7	11	9
Максимум суточных осадков, мм	2011	11	27	21	34	4 (2 раза)	3,8

Таблица 2

Метеорологические показатели в летний период 2011 года в Ботаническом саду БелГУ

Период (длительность в сутках)	Средние дневные показатели (в 11.00–20.00 ч)		Среднесуточный максимум температуры, °C	Осадки, мм		ГТК
	Температура, °C	Относительная влажность, %		Сумма	Средне- суточные	
18.05–25.06 (39)	23,2	44	25,3	13,1	0,3	0,02
26.06–04.07 (9)	20,8	74	23,2	114,8	12,8	0,68
05.07–22.07 (18)	25,3	55	27,3	4	0,2	0,01
23.07–24.07 (2)	21,7	83	24,8	14,8	7,4	0,36
25.07–03.09 (41)	23,1	54	25,4	22,6	0,5	0,27

В 2004–2006 гг. для того же комплекса сортов в Ботсаду БелГУ А.В. Головковым [4] определялась засухоустойчивость сортов экспресс-методом, разработанным М.Д. Кушниренко [5]. В результате почти все сорта показали среднюю и высокую сопротивляемость листьев водному стрессу, поэтому вероятно, что гибель растений не связана критически с пониженной общей засухоустойчивостью конкретных сортов.

Причины засыхания

В результате проведенных наблюдений установлены причины, которые **не влияли** на засыхание исследованного комплекса растений смородины, приводящее к их гибели:

1) недостаток микроэлементов (он часто визуализируется хлоротичностью листьев), вероятно, не является одной из главных причин засыхания объектов исследования, т.к. до начала засыхания хлороз не отмечался;

2) влияние происхождения (генетическая группа) достоверно не выявлено, – погибли растения почти всех сортов;

3) не смородинная стеклянница *Synanthedon tipuliformis* Cl. Хотя в период вегетации смородины наблюдалось засыхание отдельных отплодоносивших побегов (которые затем продольно расщеплялись для проверки на симптомы поражения гусеницами), они распределились следующим образом: 9 впоследствии погибших растений имели такие побеги, среди непогибших присутствовало 14 подобных образцов. Поэтому, вероятно, влияние на общую гибель образцов исследованного комплекса сортов было не критическим.

При проведении статистического анализа между пораженностью растений пятнистостями и их гибелью (табл. 3) или выживанием (табл. 4) в условиях засухи была выявлена достоверная связь. При этом наиболее значимой была связь между общей инфекцией растений (общее поражение листьев пятнистостями антракнозом и септориозом) и их гибелью или выживанием [1]. Для преобразованных величин затем вычислены средние и дисперсии, сравненные статистическими критериями *Z* (нормиро-

ванной разности средних) и Фишера соответственно (критерии выбраны как наиболее приемлемые для статистической оценки нашего исследования). Вычисленные сред-

ние и дисперсии доли пораженных септориозом листьев по группам засохших и незасохших к концу вегетации в 2011 году растений указаны в табл. 3, 4, 5.

Таблица 3

Средняя доля (в %) поражения листьев пятнистостями, засохших к концу вегетации в 2011 году растений по контрольным датам

№ п/п	Сорт	Всего образ- цов	Поражены антракнозом	Антракноз			Септориоз			Общая инфекция		
				30.06	30.07	30.08	30.06	30.07	30.08	30.06	30.07	30.08
1 (К). Ribes scandicum Hedl.												
1	Ершистая	2	2	1	8,5	23,5	6	53	59	7	57,5	78
2	Перун	1					1	23	38	1	23	38
2 (ЕСД). Ribes nigrum ssp. europaeum x R. nigrum ssp.sibirikum x R. dikuscha												
3	Белор. Сладкая	1					1	8	34	1	8	34
4	Рясная	3					1	6	12,7	1	6	12,7
3 (ЕСДК). Ribes nigrum ssp. europaeum x R. nigrum ssp.sibirikum x R. dikuscha x R. scandicum												
5	6-0 – 42	2	2	6	33	39,5	1	7	9,5	7	38	49
6	6-26-70	3	3	1	7,3	22,3	1	1	20,7	2	8,3	43
7	6-21-103	2	2	5,5	8,5	24	1	7,5	23	6,5	16	47
8	Бычковская	1	1	7	23	25	7	38	44	14	61	67
9	Гулливёр	1					1	29	43	1	29	43
10	Дачница	2					5	36	56	5	36	56
11	Добрыня	1					8	19	22	8	19	22
12	Зеленая Дымка	3					1	7	17	1	7	17
13	Констанция	1					1	15	44	1	15	44
14	Светлолистная	2					1	6,5	9	1	6,5	9
15	Талисман	1	1	8	17	22	1	1	9	8	18	31
16	Татьянин День	1					1	20	35	1	20	35
17	Чаровница	3	3	1	23,7	34	1	7,3	22,3	2	31	56,3
18	Черный Жемчуг	1	1	0	4	6	8	17	39	8	21	45
19	Шалунья	2					0,5	1	7	0,5	1	7
20	Экзотика	3					5,7	33,3	40	5,7	33,3	40
21	Элевеста	2					1	6,5	17	1	6,5	17
5 (ЕСДКЯ). Ribes nigrum ssp. europaeum x R. nigrum ssp.sibirikum x R. dikuscha x R. scandicum x R. janczewskii												
22	Муравушка	3					6,3	30,3	37,3	6,3	30,3	37,3
	Среднее по всем		15				2,6	16,1	27,3	3,7	21,6	36,7

Таблица 4

Средняя доля (в %) поражения листьев пятнистостями, выживших к концу вегетации в 2011 году растений по контрольным датам

№ п/п	Сорт	Всего образцов	Поражены антракнозом	Антракноз			Септориоз			Общая инфекция		
				30.06	30.07	30.08	30.06	30.07	30.08	30.06	30.07	30.08
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>1 (К). Ribes scandicum Hedl.</i>												
1	Ершистая	1	1	1	5	19	8	35	61	9	43	74
2	Орловия	3	3	1	1	1	0,3	5,7	9,3	1,3	6,7	10,3
3	Перун	2					4,5	18,5	31	4,5	18,5	31
<i>2 (ЕСД). Ribes nigrum ssp. europaeum x R. nigrum ssp.sibirikum x R. dikuscha</i>												
4	Белор. Сладкая	2					1	9	36	1	9	36

Окончание табл 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
5	Изюмная	3					1	13,3	21,7	1	13,3	21,7
6	Июньская Кондрашовой	3					6,3	36	42,7	6,3	36	42,7
7	Надина	3					0,3	1	6,7	0,3	1	6,7
3 (ЕСДК). <i>Ribes nigrum ssp. europaeum</i> x <i>R. nigrum ssp. sibirikum</i> x <i>R. dikuscha</i> x <i>R. scandicum</i>												
8	Ажурная	3	3	1	7,3	8,7	0,3	5,7	8,3	1,3	13	17
9	Бинар	1	1	7	34	42	0	0	0	7	34	42
10	Бычковская	2	2	6	17	22,5	6	33	40	12	48	58,5
11	Грация	2					1	7	20,5	1	7	20,5
12	Гулливёр	2					5,5	25	38	5,5	25	38
13	Добрыня	1					1	21	25	1	21	25
14	Зуша	3					1	19,3	23	1	19,3	23
15	Кардинал	2	2	8	36	45	1	4,5	9,5	9	40	54,5
16	Констанция	2					0,5	13,5	21	0,5	13,5	21
17	Лентяй	3					8,3	16,7	22,7	8,3	16,7	22,7
18	Орловский Вальс	2					3	20	36	3	20	36
19	Отечественная	3					3,7	14,7	20	3,7	14,7	20
20	Селеченская	3					1	5,3	8,7	1	5,3	8,7
21	Тамерлан	3					0,3	8,3	22,3	0,3	8,3	22,3
22	Черный Жемчуг	1	1	0	5	8	1	21	41	1	26	49
23	6-21-103	1	1	3	6	20	1	6	24	4	12	38
4 (ЕСДК/Л). <i>Ribes nigrum ssp. europaeum</i> x <i>R. nigrum ssp. sibirikum</i> x <i>R. dikuscha</i> x <i>R. scandicum</i> x <i>R. glutinosum</i>												
24	Гамма	3					0,3	1	1	0,3	1	1
	Среднее по всем						2,3	13,4	21,7	3,2	16,7	26,1

Таблица 5

Статистические показатели пораженных септориозом в 2011 году растений

Группа	Число растений	Среднее нормализованных			Дисперсия			Дисперсия нормализованных		
		30.06	30.07	30.08	30.06	30.07	30.08	30.06	30.07	30.08
		Септориоз								
Засохшие	41	8,1	21,4	30,6	9,0	227,2	245,0	22,0	139,8	107,8
Незасохшие	54	6,9	19,8	26,3	8,3	109,2	187,5	29,9	85,6	112,4
		Общая инфекция								
Засохшие	41	9,9	26,0	36,5	12,6	262,6	369,9	28,0	139,0	154,5
Незасохшие	54	8,5	22,5	29,4	12,5	161,8	263,9	33,9	101,8	130,3

Результаты статистического сравнения преобразованных данных групп засохших и незасохших растений по контрольным датам:

1) разницы средних к 30 июня очевидно недостоверны – отличие меньше 1%;

2) 30 июля для:

а) поражения септориозом: $F = 1,63$ не превышает критиче-

ских значений $F_{кр}(0,01;53;40) = 2,05$ и $F_{кр}(0,05;53;40) = 1,65$, отсюда их истинные дисперсии достоверно не отличаются; $Z = 0,7$ не превышает $Z_{кр}(0,01;93) = 2,63$ и $Z_{кр}(0,05;93) = 1,99$, отсюда их истинные средние достоверно не отличаются;

б) общей инфекции: $F = 1,37$ не превышает критических значений; $Z = 1,51$ не превышает критических значений, отсюда

не выявлена статистически достоверная связь между общей инфекцией на конец июля и выживаемостью растений *R. nigrum* во время сильной засухи в условиях Белгородской области. Несмотря на это, среднее поражение септориозом группы засохших к концу вегитации растений превышает таковое для незасохших на 2,7%, а суммарной инфекцией – на 4,9%.

3) 30 августа для:

а) поражения септориозом: $F = 1,04$ не превышает критических значений; $Z = 1,95$ не превышает $Z_{кр}$ (0,01;93), но близко к $Z_{кр}$ (0,05;93), отсюда средние групп не отличаются достоверно;

б) общей инфекции: $F = 1,19$ не превышает критических значений; $Z = 2,83$ превышает критическое значение для обоих уровней значимости, отсюда максимальное общее поражение растений смородины черной антракнозом и септориозом достоверно связано с их устойчивостью к засухе.

Выводы

Показано, что сильное поражение растений изученного сорта *R. nigrum* септориозом и антракнозом статистически достоверно способствует их гибели во время засухи, снижая засухоустойчивость. Также вполне вероятно, что нарушение водного режима растений вследствие засухи вызывает значительное снижение их сопротивляемости грибным болезням, т.к. между этими явлениями существует положительная обратная связь, то при критических условиях это может заканчиваться гибелью растений. В условиях водного стресса, во-первых, снижается сопротивляемость данным болезням, во-вторых, сильное поражение снижает фотосинтетическую активность растений.

Список литературы

1. Блинова Е.Е. Обработка опыта с величинами, выраженными в долях или процентах // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Всерос. НИИ селекции плодовых культур / под общ. ред. Е.Н. Седова. – Орел: ВНИИСПК, 1999. – С. 571–573.
2. Блютген И. География климатов. – М.: Прогресс, 1973. – Т.2. – 402 с.
3. Власова Э.А. Защита ягодных культур от болезней / Э.А. Власова, Э.И. Ларина. – Л.: Лениздат, 1974. – С. 55–70.
4. Головкин А.В. Селекционная оценка сортов черной смородины при интродукции на юго-западе ЦЧЗ России [Текст] : диссертация канд. биол. наук: 06.01.05 / А.В. Головкин. – Рамонь, 2008. – 165 с.
5. Кушниренко М.Д. Экспресс-методы диагностики жаро-, засухоустойчивости и сроков полива растений /

М.Д. Кушниренко, Г.П. Курчатова, А.А. Штефтырц. – Кишинев: Изд-во «Штиинца», 1986. – 39 с.

6. Основные погодно-климатические особенности 2010-го года в северном полушарии Земли [Электронный ресурс] // Официальный сайт Гидрометцентра России. – 2011. – Режим доступа: <http://meteoinfo.ru/climate/climate-tabl3/climate-analysis-2010-all/3449>. – 2010.

7. Сорокопудов В.Н. Биологические особенности смородины и крыжовника при интродукции / В.Н. Сорокопудов, Е.А. Мелькумова. – Новосибирск: РАСХН, Сиб. отд-ние, 2003. – 296 с.

8. Шеренгов П.З. Повышение продуктивности черной смородины путем использования индуцированного иммунитета и создания устойчивых сортов к грибным болезням: автореф. дис. ... д-ра сел.хоз. наук: 06.01.03; 06.01.11. – Киев, 1982 – 39 с.

References

1. Blinova Y.E. Obrabotka opyta s velichinami, vyrazhenymi v dolyakh ili protsentakh // Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kultur. Vseros. NII seleksii plodovykh kultur / Pod obshch. red. Sedova Ye.N. Orel: VNIISPК, 1999. pp. 571–573.
2. Blyutgen I. Geografiya klimatov. M.: Progress, 1973. T.2. 402 p.
3. Vlasova E.A. Zashchita yagodnykh kultur ot bolezney / E.A. Vlasova, E.I. Larina. L.: Lenizdat, 1974. pp. 55–70.
4. Golovkov A.V. Seleksionnaya otsenka sortov chernoy smorodiny pri introduksii na yugo-zapade TsChZ Rossii [Tekst] : dissertatsiya kand. biol. nauk: 06.01.05. Ramon, 2008 165 p.
5. Kushnirenko M.D. Ekspress-metody diagnostiki zharo-, zasukhoustoychivosti i srokov poliva rasteniy / M.D. Kushnirenko, G.P. Kurchatova, A.A. Shtefyrtse. Kishinev: Izd-vo «Shtiintsa», 1986. 39 p.
6. Osnovnye pogodno-klimaticheskiye osobennosti 2010-go goda v severnom polusharii Zemli [Elektronnyy resurs] // Ofitsialnyy sayt Gidromettsentra Rossii. 2011. – Rezhim dostupa: <http://meteoinfo.ru/climate/climate-tabl3/climate-analysis-2010-all/3449>–2010.
7. Sorokopudov V.N. Biologicheskiye osobennosti smorodiny i kryzhovnika pri introduksii / V.N. Sorokopudov, Ye.A. Melkumova. Novosibirsk: RASKhN, Sib. otd-niye, 2003. 296 p.
8. Sherengov P.Z. Povysheniye produktivnosti chernoy smorodiny putem ispolzovaniya indutsirovannogo immuniteta i sozdaniya ustoychivyykh sortov k gribnym boleznyam: avtoreferat dis. ... doktora selskokhozyaystvennykh nauk: 06.01.03; 06.01.11. Kiyev, 1982 39 p.

Рецензенты:

Ткаченко И.К., д.с.-х.н., профессор кафедры анатомии и физиологии живых организмов биолого-химического факультета НИУ «БелГУ» Министерства образования и науки РФ, г. Белгород;

Лазарев А.В., д.б.н., доцент, профессор кафедры биотехнологии и микробиологии биолого-химического факультета НИУ «БелГУ» Министерства образования и науки РФ, г. Белгород.

Работа поступила в редакцию 03.06.2013.

УДК 577.21:582.475.2

ИЗУЧЕНИЕ ПОЛИМОРФИЗМА ISSR-МАРКЕРОВ В ПРИРОДНЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ ПОПУЛЯЦИЯХ ЛИСТВЕННИЦЫ

¹Нечаева Ю.С., ¹Боронникова С.В., ¹Юсупов Р.Р., ²Хайнце Б.

¹ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,
Пермь, e-mail: svboronnikova@yandex.ru;

²Федеральный научно-исследовательский центр лесов, опасных природных явлений и ландшафта,
Вена, e-mail: berthold.heinze@bfw.gv.at

Выполнен сравнительный анализ полиморфизма ISSR-маркеров и генетического разнообразия природной и искусственной популяций лиственницы Пермского края. Из 20 протестированных ISSR-праймеров выявлены пять эффективных для анализа полиморфизма ДНК лиственницы. Анализ ISSR-спектров растений природной популяции лиственницы выявил 80 фрагментов ДНК, из которых 74 были полиморфными. У деревьев из искусственных насаждений выявлено 110 амплифицированных фрагментов ДНК, из которых 96 полиморфные. Показано, что ISSR-спектры искусственной популяции характеризуются наличием длинных фрагментов ДНК в отличие от таковых природной популяции, особенно четко это отражали спектры динуклеотидных праймеров. Определены основные параметры генетического разнообразия популяций. Доля полиморфных локусов природной популяции лиственницы высока и составила 0,925, а у искусственной популяции этот показатель ниже ($P_{95} = 0,872$), то есть искусственная популяция содержит генетически более гомогенные деревья. Выявлен идентификационный уникальный ISSR-маркер для природной популяции лиственницы, который может быть использован при составлении молекулярно-генетической формулы популяций.

Ключевые слова: генетическое разнообразие, полиморфизм ДНК, ISSR-маркеры, *Larix*

THE STUDY OF ISSR-MARKERS POLYMORPHISM IN NATURAL AND CULTURAL POPULATIONS OF LARCH

¹Nechaeva Y.S., ¹Boronnikova S.V., ¹Yusupov R.R., ²Heinze B.

¹Perm State University, Perm, e-mail: svboronnikova@yandex.ru;

²Federal Research and Training Centre for Forests, Natural Hazards and Landscape,
Vienna, e-mail: berthold.heinze@bfw.gv.at

Currently particularly relevant study genetic diversity and intraspecific differentiation of forest trees in connection with the problem of forest genetic resources conservation. Recently, for these purposes are widely used ISSR-markers. The aim of the study is a comparative analysis of ISSR-markers polymorphism and genetic diversity in natural and cultural populations of larch in Perm region. Selected informative ISSR-primers. Analysis of ISSR-spectra plant larch natural population revealed 80 DNA fragments, of which 74 were polymorphic. In trees cultural population found 110 of amplified DNA fragments, of which 96 polymorphic. It is shown that the ISSR-spectra of cultural population characterized by the presence of long DNA fragments in contrast to those of the natural population. The main parameters of the populations genetic diversity are revealed. The proportion of polymorphic loci of the natural population of larch is high and was 0,925, while to those of the cultural population is lower ($P_{95} = 0,872$), that is, an cultural population is more genetically homogeneous. Identified a unique ISSR-marker for natural population of larch, which can be used in the preparation of populations molecular genetic formula.

Keywords: genetic diversity, DNA polymorphism, ISSR-markers, *Larix*

Изучение генетического разнообразия и внутривидовой дифференциации лесобразующих видов хвойных растений, в том числе и видов рода *Larix*, имеющих важное биосферное и ресурсное значение, является одной из важнейших задач популяционной биологии. Особую актуальность исследование этих вопросов приобрело в связи с проблемой сохранения генетических ресурсов хвойных видов растений. В последние десятилетия в результате увеличения антропогенного давления на природные растительные сообщества и экосистемы возникла серьезная угроза сокращения их генетического разнообразия. Только на основании точных сведений о генетической структуре популяций хвойных, уровня их генетической изменчивости и характере ее

распределения в пределах ареалов видов может быть оценен генетический потенциал видов и разработан для каждого из них комплекс мероприятий, направленных на максимальное сохранение генетического разнообразия в процессе их использования и воспроизводства [1].

Успешность решения задач общей и частной популяционной генетики многих видов зависит от изученности различных элементов генома и их полиморфизма [13]. В последнее время для этих целей широко используются микросателлитные [11, 14] и межмикросателлитные [17] или ISSR-маркеры (Inter Simple Sequence Repeats). В качестве праймеров для ISSR-анализа полиморфизма ДНК в ПЦР используют короткие ди- и тринуклеотидные микроса-

теллитные повторы. Такие праймеры позволяют амплифицировать фрагменты ДНК, которые находятся между двумя достаточно близко расположенными инвертированными микросателлитами (как правило, это уникальная ДНК). В результате амплифицируется большое число фрагментов, представленных на электрофореграмме дискретными полосами (ISSR-фингерпринтинг). Полученные паттерны ПЦР-продуктов видоспецифичны. В геномах растений количество микросателлитных повторов очень велико, что делает этот метод удобным для генетического анализа. Микросателлитные последовательности окружают многие гены и могут быть использованы как якорные последовательности к этим генам, ISSR-маркирование не требует предварительного знания нуклеотидной последовательности исследуемой ДНК [7]. Метод обладает хорошей воспроизводимостью и может быть с успехом использован для выявления межвидовой и внутривидовой генетической изменчивости, идентификации видов, популяций, линий, а в ряде случаев и для индивидуального генотипирования [6]. Эти маркеры нашли широкое применение в популяционно-генетических исследованиях различных объектов [2, 4, 5]. Однако, поскольку геномное распределение микросателлитов существенно отличается у разных таксонов [7], а возможные причины таких отличий до сих пор недостаточно изучены, перед использованием ISSR-маркеров для изучения генетической изменчивости и идентификации видов необходимо исследовать полиморфизм спектров получаемых фрагментов ДНК в зависимости от корового мотива микросателлита [12]. В связи с чем в данной работе выполнен сравнительный анализ полиморфизма ISSR-маркеров, полученных с использованием в качестве праймеров разных мотивов микросателлитов у популяций лиственницы различного происхождения.

Целью данного исследования являлся анализ полиморфизма ISSR-маркеров и генетического разнообразия природной и искусственной популяций лиственницы Пермского края.

Материал и методы исследования

Сбор растительного материала (хвой) произведен с 26 случайно выбранных деревьев искусственных насаждений лиственницы, расположенных в Кишертском районе на территории УНБ «Предуралье», и с 28 растений естественной популяции, расположенной в 500 м северо-восточнее д. Заборье Добрянского района Пермского края. Выделение ДНК проводили с использованием СТАВ-метода [15], модифицированного нами для хвойных видов [10]. Концентра-

цию и качество полученной ДНК определяли с помощью прибора Nanodrop ND-2000 (Thermo scientific, USA). Геномную ДНК разбавляли до концентрации 10 нг/мкл в ТЕ-буфере. Для ПЦР использовали реакционную смесь объемом 25 мкл, содержащую 2 единицы Tag-полимеразы, 2,5 мкл стандартного 10x буфера для ПЦР; 25 пМ праймера; 2,5 мМ Mg^{2+} ; 0,25 мМ dNTP, 5 мкл геномной ДНК. В качестве отрицательного (К-) контроля в реакционную смесь для проверки чистоты реактивов добавляли вместо ДНК 5 мкл деионизированной воды. Амплификацию проводили в термоциклере Gene Amp PCR System 9700 («Applied Biosystems», USA) по стандартной для ISSR-метода программе [9]. Для проверки достоверности полученных ДНК-спектров опыт повторяли не менее трех раз.

Для выявления полиморфизма ДНК лиственницы был произведен выбор информативных ISSR-праймеров в соответствии со шкалой эффективности праймеров, предложенной Р.Н. Календарем и С.В. Боронниковой: от низкой (1) до высокой (5) [8]. Каждый праймер индивидуально был анализирован в ПЦР ISSR-методом с геномной ДНК. Нами протестировано 20 ISSR-праймеров, синтезированных в ЗАО «Синтол» (г. Москва), из которых отобраны 5 наиболее информативных для дальнейшего анализа (табл. 1).

Продукты амплификации разделяли электрофорезом в 1,7% агарозном геле в 1x TBE буфере. Гели окрашивали бромистым этидием и фотографировали в проходящем ультрафиолетовом свете в системе Gel-Doc XR («Bio-Rad», США). Для определения длины фрагментов ДНК использовали маркер молекулярной массы (100 bp + 1.5 + 3 Kb DNA Ladder) (ООО «СибЭнзим-М», Москва). Определение длин фрагментов проводилось с использованием программы Quantity One в системе гель-документации Gel Doc XR («Bio-Rad», США). Для компьютерной обработки полученные результаты были представлены в виде матрицы бинарных данных. Компьютерный анализ молекулярно-генетического полиморфизма ДНК проведен с помощью компьютерных программ POPGENE 1.31 и специализированного макроса GenAlEx6 для MS-Excel с определением: доли полиморфных локусов (P_{95}), абсолютного числа аллелей (n_a), эффективного числа аллелей (n_e), ожидаемой гетерозиготности (H_e) [15].

Результаты исследования и их обсуждение

Протестированные 20 ISSR-праймеров содержали последовательности ди- и три-нуклеотидных микросателлитных мотивов с добавлением якорного нуклеотида на 3'-конце. Таким образом, из 20 протестированных ISSR-праймеров 6 показали высокую эффективность (5), так как выявили наибольшее число четко амплифицирующихся фрагментов ДНК, четыре праймера обнаружили среднюю (4) и остальные праймеры показали невысокую эффективность (3 и ниже). Для проведения молекулярно-генетического анализа полиморфизма ДНК лиственницы были отобраны следующие праймеры: (AC)8CT, (ACC)6G, (AGC)6C, (GAC)6C, (CA)6GT (табл. 1).

Таблица 1

Эффективность ISSR-праймеров

Праймер	Температура отжига (T_m , °C)	Эффективность праймера	Праймер	Температура отжига (T_m , °C)	Эффективность праймера
1 (AC) ₈ CG	56	3	11 (AG) ₈ CA	54	3
2 (AC) ₈ CC	56	1	12 (AG) ₈ CG	56	3
3 (AC) ₈ CT	54	5	13 (CTC) ₆ C	64	3
4 (GA) ₈ C	53	2	14 (GAG) ₆ C	56	5
5 (ACC) ₆ G	62	5	15 (ACG) ₇ G	64	4
6 (AGC) ₆ C	64	5	16 (ATG) ₇ C	60	4
7 (AGC) ₆ G	64	4	17 (CT) ₈ TC	54	2
8 (AC) ₈ T	50	5	18 (CA) ₆ GT	56	5
9 (TG) ₈ AA	52	1	19 (GA) ₆ GG	46	4
10 (TG) ₈ GC	56	1	20 (GT) ₆ GG	46	3

Примечание. Эффективность праймеров от 1 (низкая) до 5 (высокая) определена по шкале, предложенной С.В. Боронниковой и Р.Н. Календарем (2007).

Это свидетельствует о том, что структурные элементы генома, фланкированные АСА-повторами, представлены в геноме исследованного вида с большей частотой, чем участки, фланкированные GT-повторами. Обнаружено, что каждый используемый праймер в ISSR-методе приводил к формированию специфичных спектров продуктов амплификации, причем их полиморфизм не был прямо связан с количеством выявляемых локусов. Спектры, получаемые с использованием ди- и тринуклеотидных микросателлитных мотивов в качестве

праймеров, оказались в равной степени насыщены ампликонами.

ISSR-маркирование природной популяции лиственницы выявило 80 амплифицированных фрагментов ДНК, из которых 74 были полиморфными ($P_{95} = 0,925$).

Число амплифицированных фрагментов ДНК варьировалось в зависимости от праймера от 11 до 26, а их размеры – от 200 до 2190 пн. Наибольшее число локусов выявил праймер (ACC)₆G. Доля полиморфных локусов природной популяции лиственницы высока и варьировалась от 0,923 до 1,000 (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика ISSR-спектров изученных популяций лиственницы

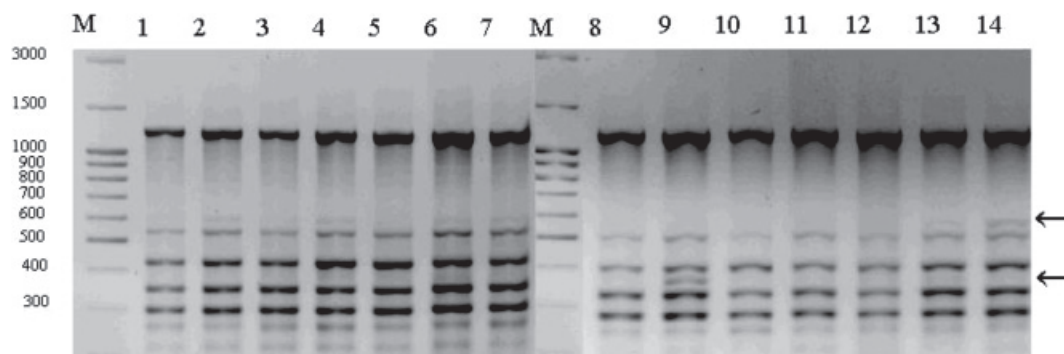
Праймер	Популяция	Границы длин локусов спектра, п.н.	Число ампликонов в спектре	Число полиморфных ампликонов	Доля полиморфных ампликонов
(AC) ₈ CT	искусственная	1160–260	30	30	1
	природная	640–280	11	10	0,909
(ACC) ₆ G	искусственная	2190–200	19	17	0,895
	природная	2190–230	26	26	1
(AGC) ₆ C	искусственная	1190–270	8	2	0,250
	природная	1190–220	17	14	0,823
(GAG) ₆ C	искусственная	1960–290	21	19	0,905
	природная	1660–240	11	10	0,909
(CA) ₆ GT	искусственная	1130–200	32	28	0,875
	природная	620–200	15	14	0,933

Анализ ISSR-спектров лиственницы из искусственных насаждений выявил 110 амплифицированных фрагментов ДНК, из которых 96 ($P_{95} = 0,872$) были полиморф-

ными. Число амплифицированных ISSR-фрагментов в зависимости от праймера варьировалось от 8 до 32. Доля полиморфных локусов искусственной популяции ли-

ственницы ниже и варьировалась от 0,250 до 1,000. Размеры ISSR-фрагментов у растений из искусственных насаждений листовенницы изменялись так же как, и у растений природной популяции – от 200 до 2190 пн (рисунок). Однако ISSR-спектры искусственной популяции характеризуются наличием длинных фрагментов ДНК в отличие от таковых природной популяции, особенно четко это отражали спектры динуклеотидных праймеров $(AC)_8CT$ и $(CA)_6GT$ (табл. 2).

Праймеры $(GAG)_6C$ и $(AGC)_6C$ выявили сходные спектры по диапазону длин ампликонов, но отличаются по доле полиморфных локусов. Так, ISSR-спектры, выявляемые с использованием в ПЦР праймера $(AGC)_6C$, оказались менее полиморфными для обеих выборок ($P_{95} = 0,250$ для искусственной, $P_{95} = 0,823$ для естественной популяции). Высокая доля полиморфных локусов установлена с использованием праймера $(GAC)_6C$ (0,905 и 0,909 соответственно) (рисунок).



Фрагмент ISSR-спектра искусственной популяции с праймером $(AGC)_6C$:
M – маркер молекулярного веса; 1–14 – номера проб ДНК, стрелками обозначены некоторые полиморфные фрагменты

Сравнительный анализ генетических структур по полилокусным спектрам продуктов амплификации ISSR-маркеров различных по происхождению популяций листовенниц показал, что в искусственной популяции 44,5% выявленных локусов являлись уникальными, а в природной популяции – только 25%. Примечательно, что фрагмент длиной 220 п.н. спектра праймера $(AGC)_6C$ являлся мономорфным для природной популяции и не был отмечен нами ни у одного растения из искусственной популяции. Этот факт позволяет обозначить этот ISSR-маркер как идентификационный для природной популяции. Мономорфными для искусственной популяций являлись 7 (0,53%) амплифицированных фрагментов ДНК, но в природной популяции они встречались с низкой частотой. В природной популяции отмечено только 3 (0,02%) мономорфных фрагмента. Интересно, что из 10 мономорфных фрагментов ДНК, отмеченных в двух изученных популяциях, только 6 (0,46%) встречались в обеих популяциях (табл. 3).

На основании проведенного анализа полиморфизма ДНК выполнена оценка параметров генетического разнообразия исследованных популяций (табл. 4).

Таблица 3
Частота ISSR-маркеров двух изученных популяций листовенницы

Праймер	Длины фрагментов, п.н.	Частота	
		искусственная популяция	природная популяция
$(AC)_8CT$	640	0,308	1,000
	500	0,500	1,000
$(ACC)_6G$	620	1,000	0,643
	410	1,000	1,000
$(AGC)_6C$	1190	1,000	0,214
	540	1,000	0,643
	440	1,000	0,678
	350	1,000	1,000
	300	1,000	1,000
	270	1,000	0,143
	220	0	1,000
$(GAG)_6C$	610	1,000	1,000
	530	1,000	1,000
	350	0,231	0,857
$(CA)_6GT$	350	1,000	0,500
	300	1,000	0,714
	200	1,000	1,000

Таблица 4

Показатели генетического разнообразия двух популяций лиственницы

Популяция	H_E	n_a	n_e	P_{95}
Искусственные насаждения	0,197 (0,014)	1,740 (0,440)	1,302 (0,294)	0,872
Естественная популяция	0,161 (0,016)	1,557 (0,498)	1,263 (0,335)	0,925
На общую выборку	0,210 (0,013)	1,954 (0,209)	1,329 (0,299)	0,894

Примечание: H_E – ожидаемая гетерозиготность; n_a – абсолютное число аллелей на локус; n_e – эффективное число аллелей на локус; у всех вышеуказанных параметров в скобках даны стандартные отклонения.

Определенно, что природная популяция характеризуется более высокой долей полиморфных локусов ($P_{95} = 0,925$), а остальные показатели генетического разнообразия ниже у этой популяции ($H_E = 0,161$; $n_a = 1,557$; $n_e = 1,263$).

Закключение

Из 20 протестированных ISSR-праймеров выявлены пять эффективных для анализа полиморфизма ДНК лиственницы. Выполнен сравнительный анализ генетических структур по полилокусным спектрам продуктов амплификации ISSR-маркеров двух различных по происхождению популяций лиственниц. Анализ ISSR-спектров растений природной популяции лиственницы выявил 80 амплифицированных фрагментов ДНК, из которых 74 полиморфны ($P_{95} = 0,925$), у деревьев из искусственных насаждений – 110 амплифицированных фрагментов ДНК, из которых полиморфны 96 ($P_{95} = 0,872$). Доля полиморфных локусов природной популяции лиственницы высока и варьировалась от 0,923 до 1,000, а у искусственной популяции этот показатель изменялся от 0,250 до 1,000, то есть искусственная популяция содержит генетически более гомогенные деревья. Выявлен идентификационный уникальный ISSR-маркер для природной популяции лиственницы. В дальнейших исследованиях данный фрагмент может быть использован при составлении молекулярно-генетической формулы по предложенной С.В. Боронниковой [3] методике молекулярно-генетической идентификации и паспортизации растений, в соответствии с которой мы обозначили его как $Ls_{220}^{(AGC)_6C}$. Показано, что ISSR-спектры искусственной популяции характеризуются наличием длинных фрагментов ДНК в отличие от таковых природной популяции, особенно четко это отражали спектры динуклеотидных праймеров.

Наибольшее число локусов выявил праймер (ACC)₆G. Показано, что структурные элементы генома лиственницы, фланкированные АСА-повторами, представлены с большей частотой, чем участки, фланкиро-

ванные GT-повторами. Праймеры (GAG)₆C и (AGC)₆C выявили сходные спектры по диапазону длин ампликонов, но выраженные отличия по доле полиморфных локусов. Эти последовательности принадлежат к так называемым пурин/пиримидиновым трекам, способным формировать триплексные структуры, предположительно, принимающим участие в регуляции генной экспрессии [12]. При оценке параметров генетического разнообразия исследованных популяций лиственницы определено, что природная популяция характеризуется более высокой долей полиморфных локусов ($P_{95} = 0,925$), а остальные показатели генетического разнообразия ниже у этой популяции ($H_E = 0,161$; $n_a = 1,557$; $n_e = 1,263$).

Таким образом, сравнительный анализ генетических структур по полилокусным спектрам продуктов амплификации ISSR-маркеров различных по происхождению популяций лиственниц позволил установить в геноме этого вида наличие определенных микросателлитных повторов, определить основные параметры генетического разнообразия популяций и выявить идентификационные фрагменты и их сочетания для каждой популяции.

Работа выполнена в соответствии с государственным заданием на оказание услуг, частично финансируемых Министерством образования и науки РФ из средств федерального бюджета, на оборудовании, закупленном в ходе реализации проекта развития Пермского национального исследовательского университета.

Список литературы

1. Биоразнообразие лиственниц Азиатской России / отв. ред. С.П. Ефремов, Л.И. Милютин; Рос. академ. наук, Сиб. отд-ние, Инт-леса им. В.Н. Сукачева. – Новосибирск: Академ. изд-во «Гео», 2010. – 159 с.
2. Бобошина И.В., Боронникова С.В. Идентификация перспективных для Урала сортов пшеницы мягкой с использованием межмикросателлитного анализа полиморфизма ДНК // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 6 (1). – С. 92–97.
3. Боронникова С.В. Молекулярно-генетическая идентификация и паспортизация редких и находящихся под угрозой исчезновения видов растений: монография. – Пермь: Перм. ун-т., 2008. – 120 с.

4. Боронникова С.В. Исследование генетической изменчивости популяций редкого вида Урала *Adenophora lilifolia* (L.) DC. на основании анализа полиморфизма ISSR-маркеров // Генетика. – 2009. – Т. 45. – № 5. – С. 1–4.
5. Генетическая дифференциация популяций *Populus tremula* L. в Пермском крае на основании полиморфизма ISSR-маркеров / Т.Н. Светлакова, И.В. Бобошина, Ю.С. Нечаева и др. // Аграрный Вестник Урала. – 2012. – № 3 (95). – С. 11–13.
6. Глазко В.И., Глазко Т.Т. ДНК-технологии в генетике и селекции: курс лекций. – Краснодар: ВНИИ риса, 2006. – 399с.
7. Календарь Р.Н., Глазко В.И. Типы молекулярно-генетических маркеров и их применение // Физиол. и биохим. культ. растений. – 2002. – № 4. – С. 279–296.
8. Календарь Р.Н., Боронникова С.В. Анализ молекулярно-генетического полиморфизма природных популяций редких видов растений Урала с помощью ретротранспозонов // Материалы Четвертого Моск. междунар. конгресса. Ч. 2. – М.: ЗАО «Экспо-биохим-технологии»; Изд-во РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2007. – 121 с.
9. Молекулярная генетика: учеб.-метод. пособие / под ред С.В. Боронниковой; Перм. ун-т. – Пермь, 2007. – 150 с.
10. Оптимизация методик выделения ДНК некоторых хвойных видов растений Пермского края / Ю.С. Нечаева, Н.Н. Бельтюкова, Я.В. Пришнивская и др. // Синтез знаний в естественных науках. Рудник будущего: проекты, технологии, оборудование: материалы междунар. науч. конф. Т.2. (Пермь, 21–25 нояб. 2011г.) – Пермь, 2011. – С. 278–282.
11. Орешкова Н.В., Белоконь М.М., Жамъянсуре С. Генетическое разнообразие, популяционная структура и дифференциация лиственниц сибирской, Гмелина и Каяндера по данным SSR-маркеров // Генетика. – 2013. – Т. 49. – № 2. – С. 204–213.
12. Феофилов А.В. Полиморфизм фрагментов ДНК, фланкированных инвертированными повторами микросателлитов, в исследованиях пород овец, крупного рогатого скота, лошадей: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Дубровицы, 2012. – 22 с.
13. Харченко П.Н., Глазко В.И. ДНК-технологии в развитии агробиологии. – М.: Воскресенье, 2006. – 480 с.
14. Microsatellite analysis of small anonymous seedlot samples from pedunculate oak (*Quercus robur*): a promising approach to monitor the number of different seed parents and pollen donors / C. Lexer, B. Heinze, S. Gerber [et al.] // Forestry sciences – 2001. – Vol. 70. – P. 239–250
15. Nei M. Molecular evolutionary genetics. – N.Y.: Columbia Univ. press, 1987. – 512. p.
16. Rogers S.O., Bendich A.J. Extraction of DNA from milligram amounts of fresh, herbarium and mummified plant tissues // Plant Molecular Biology. – 1985. – Vol. 1 (19). – P. 69–76.
17. Zietkiewicz E., Rafalski A., Labuda D. Genome fingerprinting by simple sequence repeat (SSR)-anchored polymerase chain reaction amplification // Genomics. – 1994. – Vol. 20. – P. 176–183.
2. Boboshina I.V., Boronnikova S.V. *Fundamental'nye issledovaniya*, 2013, no. 6 (1), pp. 92–97.
3. Boronnikova S.V. *Molekularno-geneticheskaja identifikacija i pasportizacija redkih i nahodjashchih pod ugrozoy ischeznovenija vidov rastenij* [Molecular genetic identification and certification of the rare and endangered plant species]. Perm: Perm. St. Univ., 2008. 120 p.
4. Boronnikova S.V. *Genetika*, 2009, Vol. 45, no. 5, pp. 1–4.
5. Svetlakova T.N., Boboshina I.V., Nechaeva Yu.S., Boronnikova S.V. *Agrarnyj Vestnik Urala*, 2012, no. 3 (95), pp. 11–13.
6. Glazko V.I., Glazko T.T. *DNK-tehnologii v genetike i selekcii* [DNA-technology in genetics and selection]. Krasnodar: All-Russian Rice Research Inst., 2006. 399 p.
7. Kalendar R.N., Glazko V.I. *Fiziol. i biohim. kul't. rastenij*, 2002, no. 4, pp. 279–296.
8. Kalendar R.N., Boronnikova S.V. *Materialy Chetvertogo Mosk. mezhdunar. kongressa. Ch. 2* (Proceedings of the Fourth Moscow. Intern. Congress. P. 2). Moscow: D. Mendeleyev Univ., 2007. 121 p.
9. *Molekuljarnaja genetika* [Molecular genetics]. Perm: Perm. St. Univ., 2007. 150 p.
10. Nechaeva Yu.S., Beltjukova N.N., Prishnivskaja Ya.V., Taiman K.E. *Sintez znaniy v estestvennyh naukah. Rudnik budushhego: proekty, tehnologii, oborudovanie: materialy mezhdunar. nauch. konf. T.2.* (Synthesis of knowledge in the natural sciences. Mine of the Future: Projects, Technologies, Equipment: Proceedings of International. Scientific. Conf. Vol. 2). Perm: Perm. St. Univ., 2011. pp. 278–282.
11. Oreshkova N.V., Belokon M.M., Zhamjansuren S. *Genetika*, 2013, Vol. 49, no. 2, pp. 204–213.
12. Feofilov A.V. *Avto-ref. dis. kand. biol. nauk.* [Abstract diss. of the candidate of biol. sciences]. Dubrovicy, 2012. 22 p.
13. Harchenko P.N., Glazko V.I. *DNK-tehnologii v razvitiiji agrobiologii* [DNA technology in development Agrobiology]. Moscow, Voskresen'e, 2006. 480 p.
14. Leher C., Heinze B., Gerber S. Steinkellner H., Ziegenhagen B., Kremer A., Glössl J. *Forestry sciences*, 2001, Vol. 70, pp. 239–250.
15. Nei M. *Molecular evolutionary genetics*. N.Y.: Columbia Univ. press, 1987. 512. p.
16. Rogers S.O., Bendich A.J. *Plant Molecular Biology*, 1985, Vol. 1 (19), pp. 69–76.
17. Zietkieshicz E., Rafalski A., Labuda D. *Genomics*, 1994, Vol. 20, pp. 176–183.

Рецензенты:

Переведенцева Л.Г., д.б.н., профессор кафедры ботаники и генетики растений биологического факультета, ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», г. Пермь;
Новоселова Л.В., д.б.н., профессор кафедры ботаники и генетики растений биологического факультета, ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», г. Пермь.
Работа поступила в редакцию 03.06.2013.

References

1. Bioraznoolozhie listvennic Aziatskoj Rossii [Biodiversity of larches Asian Russia]. Novosibirsk, Academic Publ. Hous «Geo», 2010. 159 p.

УДК [616.98:579.861.2:57.063.8-085.281:546.23:546.16].001.6(045)

АНТИБАКТЕРИАЛЬНОЕ ДЕЙСТВИЕ ФТОРСОДЕРЖАЩЕГО СЕЛЕНООРГАНИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА НА КЛИНИЧЕСКИЕ ШТАММЫ STAPHYLOCOCCUS AUREUS

¹Русецкая Н.Ю., ¹Димидов Д.П., ²Саратцев А.В., ³Горошинская И.А., ¹Бородулин В.Б.¹ГБОУ ВПО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского
Минздрава России», Саратов, e-mail: rusetskayanu@yandex.ru;²ГБОУ ВПО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России,
НИИ молекулярной медицины, Москва;³ФГБУ «Ростовский научно-исследовательский онкологический институт
Минздрава России», Ростов-на-Дону

В работе изучено действие селеноорганического соединения 1,5-ди-(п-фторфенил)-3-селенапентандион-1,5 на штаммы *Staphylococcus aureus*, выделенные от больных с гнойными осложнениями травматолого-ортопедического стационара. Выявлено, что соединение в концентрации 0,0001 мг/мл подавляет рост бактерий на 25–81,7%, в концентрации 0,001 мг/мл – на 41,3–98,6%, а 0,01 мг/мл – на 72–100% в зависимости от времени воздействия (от 30 до 150 минут) по сравнению с контролем. Полное подавление роста колоний золотистого стафилококка отмечалось при концентрациях 1 и 0,1 мг/мл и при длительной инкубации 90–120 минут. Антибактериальная активность исследованного соединения, вероятно, объясняется наличием в его структуре двух атомов фтора, благодаря которым соединение приобретает проокислительные свойства и, как следствие, выраженную антибактериальную активность.

Ключевые слова: золотистый стафилококк, селен, антибактериальное действие

ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF FLUORINATED SELENORGANIC COMPOUND ON THE CLINICAL STRAINS OF STAPHYLOCOCCUS AUREUS

¹Rusetskaya N.Y., ¹Dimidov D.P., ²Saratsev A.V., ³Goroshinskaya I.A., ¹Borodulin V.B.¹Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Saratov, e-mail: rusetskayanu@yandex.ru;²First Moscow State Medical University n.a. I.M. Sechenov, Institute of Molecular Medicine, Moscow;³Rostov Research Oncological Institute, Rostov-on-Don

Action of selenorganic compound 1,5-di-(p-fluorophenyl)-3-selenapentadion-1,5 on strains of *Staphylococcus aureus*, selected from patients with purulent complications of a traumatologo-orthopedic hospital is studied. It is revealed, that concentration of compound 0.0001 mg/ml suppresses growth of bacteria on 25–81,7% depending on influence time, 0,001 mg/ml – on 41,3-98,6% and 0,01 mg/ml – on 72–100% depending on influence time (from 30 to 150 minutes) in comparison with control. Full suppression of *Staphylococcus aureus* colonies growth was marked at concentration 1 and 0,1 mg/ml and at incubation time 90-120 minutes. Antibacterial activity of the investigated compound, possibly, is explained by the presence in its structure of two fluorine atoms thanks to which compound gets prooxidant properties and, as consequence, the expressed antibacterial activity.

Keywords: *Staphylococcus aureus*, selenium, antibacterial activity

Повсеместно увеличивается число инфекций, вызванных патогенными резистентными бактериями. Низкая антимикробная активность лекарственных препаратов (или полное ее отсутствие) обусловлена развитием лекарственной устойчивости к синтетическим антибиотикам или препаратам, полученным из лекарственных растений. В связи с этим синтез и изучение биологической активности новых антимикробных агентов, к которым бы не развивалась лекарственная устойчивость, является чрезвычайно актуальным в современной биологии и медицине. В настоящее время активно изучается биохимия и фармакология селеноорганических соединений. На протяжении нескольких последних лет установлена противоопухолевая, противовирусная, антимикробная, антиоксидантная, антитоксическая активность органиче-

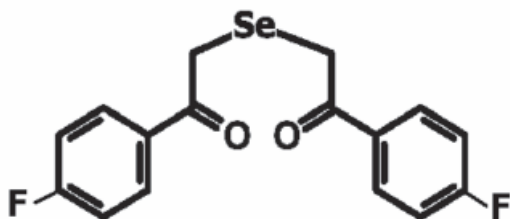
ских соединений селена [1, 3–6]. Например, селеноорганический препарат эбселен (2-фенил-1,2-бензиселеназол-3(2H)-он) обладает антимикробной активностью против грамположительных и грамотрицательных бактерий при низкой концентрации (MIC = 2–32 мкг/мл) [7].

В животноводстве и птицеводстве ряда регионов России в настоящее время применяется селеноорганический препарат диацетофенонилселенид (ДАФС-25), который позволяет нормализовать деятельность иммунной, антиоксидантной и детоксицирующей систем организма животных и птиц, приводит к увеличению яичной и мясной продукции [2].

В связи с этим целью работы явилось изучение антимикробного действия фторированного производного диацетофенонилселенида на клинические штаммы *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*).

Материалы и методы исследования

В эксперименте использовали препарат 1,5-ди-(*p*-фторфенил)-3-селенапентандион-1,5 – фторпроизводное диацетофенонилселенида в концентрациях от 0,0001 до 1 мг/мл (рисунок).



Структурная формула исследуемого препарата – 1,5-ди-(*p*-фторфенил)-3-селенапентандион-1,5 (соединение 1)

Препарат любезно предоставлен профессором, докт. хим. наук Б.И. Древко.

Эксперимент проводили на клинических штаммах *S. aureus*. Штаммы бактерий выделяли от больных с гнойными осложнениями, находящихся на лечении в травматолого-ортопедическом стационаре Саратовского научно-исследовательского института травматологии и ортопедии (СарНИИТО). Видовую идентификацию штаммов проводили на основании изучения фенотипических свойств. Бактерии обладали резистентностью к пяти и более профильным антибиотикам: бета-лактамам (цефалоспорины 1–2 поколения, оксациллин, метициллин), макролидам (эритромицин), фторхинолонам (ципрофлоксацин, левофлоксацин), аминогликозидам (гентамицин) и ванкомицину.

Суспензию бактерий готовили по стандарту мутности ГИСК им. Л.А. Тарасевича, путём последовательных разведений до конечной концентрации бактерий – $3 \cdot 10^5$ клеток в 1 мл.

1 мг соединения растворяли в 100 мкл ДМФА (диметилформамида), добавляли 900 мкл 0,9%-го NaCl – проба 1 (1 мг/мл). В качестве контроля использовали 1 мл ДМФА + 9 мл 0,9%-го NaCl. Затем из пробы 1 отбирали 100 мкл, добавляли 900 мкл из контрольной пробирки, получая пробу 2 (0,1 мг/мл). Из пробы 2 отбирали 100 мкл содержимого, добавляли 900 мкл из контроля, получая пробу 3 (0,01 мг/мл). Из пробы 3 отбирали 100 мкл раствора, добавляли 900 мкл из контроля, получая пробу 4 (0,001 мг/мл).

В пробирки с разведениями препарата добавляли по 100 мкл конечной суспензии ($3 \cdot 10^5$ КОЕ/мл) микроорганизмов, встряхивали и инкубировали в течение 30, 60, 90, 120, 150 мин при комнатной температуре.

В качестве контроля использовали такие же количества бактериальной взвеси, разведенные в аналогичных пропорциях с контролем (ДМФА с 0,9%-м NaCl), а также выдержанные в течение тех же промежуточных времени. После этого бактериальные взвеси из каждой пробирки в количестве 100 мкл высевали на чашки Петри с твердой питательной средой (мясопептонный агар), которые затем помещали в термостат на 24 часа при 37°C. Подсчет колоний производили на следующий день.

Статистическую обработку полученных данных осуществляли при помощи пакета программ

Statistica 6.0. Проверяли гипотезы о виде распределений (критерий Шапиро–Уилкса). Большинство данных не соответствуют закону нормального распределения, поэтому для сравнения значений использовался U-критерий Манна–Уитни, на основании которого рассчитывался Z-критерий Фишера и показатель достоверности *p*. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез в данном исследовании принимали равным 0,05.

Результаты исследования и их обсуждение

Установлено, что характер влияния изученного соединения на рост колоний клинических штаммов *S. aureus* и выраженность антибактериального эффекта зависят от концентрации препарата и времени воздействия на бактериальную взвесь.

Соединение проявляло выраженную антибактериальную активность в широком диапазоне концентраций (от 1 до 0,0001 мг/мл) при разном времени инкубации (30–150 минут).

В минимальной концентрации 0,0001 мг/мл исследованное соединение подавляло рост колоний клинических штаммов *S. aureus* при разном времени инкубации: на 25,4% (30 минут), 33,6% (60 минут), 61,4% (90 минут), 66,4% (120 минут), 81,9% (150 минут) соответственно по сравнению с контролем ($p < 0,05$) (таблица).

В концентрации 0,001 мг/мл данное соединение проявляло более выраженные антибактериальные свойства, снижая рост колоний золотистого стафилококка на 41,3% (30 минут), 50,1% (60 минут), 76,3% (90 минут), 87,0% (120 минут) и на 98,6% (150 минут) соответственно ($p < 0,001$).

При более высокой концентрации 0,01 мг/мл соединение значительно подавляло рост колоний *S. aureus* при разном времени инкубации на 72,9% (30 минут) ($p < 0,05$), 77,4% (60 минут), 86,2% (90 минут), 98,7% (120 минут), а при максимальной времени инкубации 150 минут исследованный препарат полностью подавлял рост колоний *S. aureus* ($p < 0,001$).

Изученное соединение как антибактериальный агент было наиболее эффективно в отношении клинических штаммов *S. aureus* в высоких концентрациях 1 и 0,1 мг/мл. В этих концентрациях при инкубации 90–120 минут не наблюдалось роста бактерий, а при инкубации 30 и 60 минут отмечалось значительное уменьшение числа клеточных колоний на 92,3% (30 минут), 99,7% (60 минут) в концентрации 0,1 мг/мл и на 91,9% (30 минут), 97,6% (60 минут) в максимальной концентрации 1 мг/мл (см. табл. 1).

Следовательно, исследованное соединение 1,5-ди-(*p*-фторфенил)-3-селена-

пентандион-1,5 оказывало значительное антимикробное действие даже в низких концентрациях и краткосрочной инкубации. Антибактериальная активность этого препарата возрастала с увеличением концентрации препарата и времени инкубации.

Антибактериальное действие соединения 1 на клинические штаммы *S. aureus*

		Количество колоний на твердых питательных средах, КОЕ					
		Контроль (ДМФА и физ. р-р)	Опытные группы, концентрация вещества, мг/мл				
			1	0,1	0,01	0,001	0,0001
Время воздействия, мин	30	959 (895; 980)	78 (56; 104) $Z_{\kappa} = 3,77$; $p_{\kappa} = 0,000157$	74 (45; 208) $Z_{\kappa} = 3,77$; $p_{\kappa} = 0,000157$	260 (159; 278) $Z_{\kappa} = 3,09$; $p_{\kappa} = 0,001940$	563 (563; 590) $Z_{\kappa} = 3,47$; $p_{\kappa} = 0,000507$	715 (487; 895) $Z_{\kappa} = 2,34$; $p_{\kappa} = 0,01911$
	60	866 (785; 905)	21 (0; 54) $Z_{\kappa} = 3,77$; $p_{\kappa} = 0,000157$	3 (0; 19) $Z_{\kappa} = 3,77$; $p_{\kappa} = 0,000157$	196 (102; 328) $Z_{\kappa} = 3,09$; $p_{\kappa} = 0,001940$	432 (342; 459) $Z_{\kappa} = 3,77$; $p_{\kappa} = 0,000157$	575 (414; 784) $Z_{\kappa} = 2,41$; $p_{\kappa} = 0,01556$
	90	891 (769; 1148)	0 (0; 3) $Z_{\kappa} = 3,77$; $p_{\kappa} = 0,000157$	0 (0; 8) $Z_{\kappa} = 3,77$; $p_{\kappa} = 0,000157$	123 (74; 279) $Z_{\kappa} = 3,77$; $p_{\kappa} = 0,000157$	211 (115; 387) $Z_{\kappa} = 3,51$; $p_{\kappa} = 0,000440$	344 (261; 632) $Z_{\kappa} = 3,17$; $p_{\kappa} = 0,00149$
	120	875 (794; 1134)	0 (0; 0) $Z_{\kappa} = 3,77$; $p_{\kappa} = 0,000157$	0 (0; 0) $Z_{\kappa} = 3,77$; $p_{\kappa} = 0,000157$	11 (2; 34) $Z_{\kappa} = 3,77$; $p_{\kappa} = 0,000157$	114 (18; 289) $Z_{\kappa} = 3,77$; $p_{\kappa} = 0,000157$	294 (118; 451) $Z_{\kappa} = 3,17$; $p_{\kappa} = 0,00149$
	150	904 (898; 985)	0 (0; 0) $Z_{\kappa} = 3,77$; $p_{\kappa} = 0,000157$	0 (0; 0) $Z_{\kappa} = 3,77$; $p_{\kappa} = 0,000157$	0 (0; 0) $Z_{\kappa} = 3,77$; $p_{\kappa} = 0,000157$	13 (9; 98) $Z_{\kappa} = 3,77$; $p_{\kappa} = 0,000157$	163 (87; 321) $Z_{\kappa} = 3,70$; $p_{\kappa} = 0,00021$

Примечания: в каждом случае приведены средняя величина (медиана – Ме), нижний и верхний квартили (25; 75 %). Z_k , p_k – различия по сравнению с группой контроля.

Заключение

В результате проведенных экспериментов было выявлено выраженное антибактериальное действие соединения 1,5-ди-(п-фторфенил)-3-селенапентандион-1,5 (фторированное производное диацетофенонилселенида) на клетки клинических штаммов *S. aureus*. Значительно уменьшалось число колоний на твердых питательных средах при использовании низких концентраций вещества. Полученные данные позволяют предполагать перспективность использования данного соединения как антибактериального средства в отношении антибиотикорезистентных штаммов *S. aureus*.

Антибактериальная активность исследованного соединения 1, вероятно, объясняется наличием в его структуре двух атомов фтора, благодаря которым этот препарат приобретает токсичность,

проокислительные свойства и, как следствие, выраженную антибактериальную активность.

Авторы выражают сердечную благодарность за помощь в подготовке статьи профессору, доктору химических наук Древяко Б.И. и канд. мед. наук Бабушкиной И.В.

Список литературы

1. Гоголева И.В., Громова О.А. Селен. Итоги и перспективы применения в педиатрии // Практика педиатра. – 2009. – № 3. – С. 6–9.
2. Патент РФ № 93045743/15, 24.09.1993. Древяко Б.И., Антипов В.А., Жуков О.И., Фоменко Л.А., Маркова Л.И., Древяко Р.И., Родионова Т.Н., Ефремов В.И., Харченко В.Г. Средство для лечения и профилактики болезней, вызываемых недостаточностью селена в организме сельскохозяйственных животных и птиц // Патент России // 2051681.1996. Бюл. № 1.
3. Cao S., Durrani F.A., Rustum Y.M. Selective modulation of the therapeutic efficacy of anticancer drugs by selenium containing compounds against human tumor xenografts // Clin Cancer Res. – 2004. – Vol. 10. – № 7. – P. 2561–2569.

4. Fujisawa S., Kadoma Y. Kinetic studies of the radical-scavenging activity of ebselen, a seleno-organic compound // *Anticancer Res.* – 2005. – Vol. 25. – № 6. – P. 3989–3994.

5. Holl V., Coelho D., Silbernagel L., Keyser J.F., Waltzinger C., Dufour P., Bischoff P.L. Prevention of nitrogen mustard-induced apoptosis in normal and transformed lymphocytes by ebselen // *Biochem. Pharmacol.* – 2000. – Vol. 60. – № 11. – P. 1565–1577.

6. Inglot A.D., Młochowski J., Zielińska-Jencylik J., Piasecki E., Ledwoń T.K., Kloc K. Seleno-organic compounds as immunostimulants: an approach to the structure-activity relationship // *Arch. Immunol. Ther. Exp. (Warsz.)*. – 1996. – Vol. 44. – № 1. – P. 67–75.

7. Młochowski J., Kloc K., Lisiak R., Potaczek P., and Wojtowicz H. Developments in the chemistry of selenaheterocyclic compounds of practical importance in synthesis and medicinal biology // *Issue in Honor of Prof. Jan Epszajn. Arkivoc.* – 2007. – Vol. 6. – P. 14–46.

References

1. Gogoleva I.V., Gromova O.A. *Practikahediatra – Practice of the podiatrist*, 2009, pp. 6–9.

2. The patent of the Russian Federation № 93045743/15, 24.09.1993. Drevko B.I., Antipov V.A., Zhukov O.I., Fomenko L.A., Markova L.I., Drevko R.I., Rodionova T.N., Efremov V.I., Kharchenko V.G. The Patent of Russia. no. 2051681. 1996. Bulletin no. 1.

3. Cao S., Durrani F.A., Rustum Y.M. Selective modulation of the therapeutic efficacy of anticancer drugs by selenium containing compounds against human tumor xenografts // *Clin Cancer Res.* 2004. Vol. 10. no. 7. pp. 2561–2569.

4. Fujisawa S., Kadoma Y. Kinetic studies of the radical-scavenging activity of ebselen, a seleno-organic compound // *Anticancer Res.* 2005. Vol. 25. no. 6. pp. 3989–3994.

5. Holl V., Coelho D., Silbernagel L., Keyser J.F., Waltzinger C., Dufour P., Bischoff P.L. Prevention of nitrogen mustard-induced apoptosis in normal and transformed lymphocytes by ebselen // *Biochem. Pharmacol.* 2000. Vol. 60. no. 11. pp. 1565–1577.

6. Inglot A.D., Młochowski J., Zielińska-Jencylik J., Piasecki E., Ledwoń T.K., Kloc K. Seleno-organic compounds as immunostimulants: an approach to the structure-activity relationship // *Arch. Immunol. Ther. Exp. (Warsz.)*. 1996. Vol. 44. no. 1. pp. 67–75.

7. Młochowski J., Kloc K., Lisiak R., Potaczek P., and Wojtowicz H. Developments in the chemistry of selenaheterocyclic compounds of practical importance in synthesis and medicinal biology // *Issue in Honor of Prof. Jan Epszajn. Arkivoc.* 2007. Vol. 6. pp. 14–46.

Рецензенты:

Микашинович З.И., д.б.н., профессор, заведующая кафедрой общей и клинической биохимии № 1, ГБОУ ВПО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Ростов-на-Дону;

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

Работа поступила в редакцию 03.06.2013.

УДК 577.352.4

ДИСРЕГУЛЯЦИЯ Ca^{2+} -СИГНАЛЬНЫХ ПУТЕЙ АДИПОЦИТОВ ПРИ ОЖИРЕНИИ И ДИАБЕТЕ 2-ГО ТИПА

¹Сергеев А.И., ²Сирота Н.П., ¹Туровский Е.А., ¹Туровская М.В., ²Хаустова Я.В.,
²Симонова М.А., ²Гришина Е.В., ¹Долгачева Л.П., ¹Зинченко В.П., ²Дынник В.В.

¹Учреждение Российской академии наук Институт биофизики клетки РАН, Пущино;

²Учреждение Российской академии наук Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН, Пущино, e-mail: dynnik@rambler.ru, vpz@mail.ru

С использованием методов флуоресцентной микроскопии, иммунохимии и ПЦР-анализа проведено сравнительное исследование особенностей динамического поведения и экспрессии генов IP_3 и NO/cGMP зависимых Ca^{2+} -сигнальных и метаболических путей адипоцитов здоровых мышей и животных с ожирением и диабетом 2-го типа (D2T). Показано, что культивируемые адипоциты (9DIV), выделенные из эпидидимальных депо белой жировой ткани здоровых мышей при аппликации 1–10 мкМ ацетилхолина (ACh) или норадреналина (NE) способны генерировать разнообразные Ca^{2+} -колебания, триггерные переключения и Ca^{2+} -спайки. Периоды колебаний растут при увеличении размеров клеток до 150–200 мкм и накоплении в них липидов. Культивируемые адипоциты животных с ожирением способны расти и накапливать липиды только в присутствии жирных кислот в среде. В таких клетках ACh и NE (15–30 мкМ) приводят только к генерации Ca^{2+} -спайков с выходом на плато. У животных с D2T зрелые гипертрофированные адипоциты имеют малый объем свободной, не занятой липидами цитоплазмы. В таких клетках ACh и NE также могут вызвать только Ca^{2+} -импульсы малой амплитуды или монотонный рост $[Ca^{2+}]_i$. Утрата клетками способности генерировать разнообразные типы Ca^{2+} -ответов при ожирении и D2T может быть связана с наблюдаемыми сдвигами и подавлением экспрессии ряда генов, контролирующих Ca^{2+} -сигнальные пути (в первую очередь с участием NO/cGMP/cADPr) и метаболические пути синтеза и распада липидов клеток жировой ткани.

Ключевые слова: адипоциты, норадреналин, ацетилхолин, Ca^{2+} -сигнализация, экспрессия генов, ожирение, диабет 2-го типа.

DYSREGULATION OF Ca^{2+} SIGNALING IN WHITE RODENT ADIPOCYTES IN OBESITY AND TYPE 2 DIABETES

¹Sergeev A.I., ²Sirota N.P., ¹Turovsky E.A., ¹Turovskaya M.V., ²Chaustova Y.V.,
²Simonova M.A., ²Grishina E.V., ¹Dolgacheva L.P., ¹Zinchenko V.P., ²Dynnik V.V.

¹Institute of Cell Biophysics, Russian Academy of Sciences, Pushchino;

²Institute of Theoretical and Experimental Biophysics, Russian Academy of Sciences, Pushchino,
e-mail: dynnik@rambler.ru, vpz@mail.ru

Purpose. To study the influence of adipocytes size, obesity and type 2 diabetes on Ca^{2+} signaling in adipocytes. **Methods.** Cultured (9DIV) and mature adipocytes from epididymal depots of healthy, obese or diabetic mice were used in experiments with the application of fluorescent microscopy and real time PCR-analysis. **Results.** 9DIV adipocytes from healthy mice responds to application of 1–10 μ M acetylcholine (ACh) or noradrenaline (NE) by generation of: Ca^{2+} oscillations, Ca^{2+} spikes or triggering phenomena. The enlargement of adipocyte size and of lipid depots accumulated result in the shift from fast to slow oscillatory regimes and to Ca^{2+} spikes. Cultured adipocytes from obese animals (accumulating lipids only with fatty acids in growing media) respond to 10–30 μ M ACh or NE only by Ca^{2+} spikes with plateau phase. Mature adipocytes of diabetic animals (having 1–5 % of the cytoplasm free from lipids) generate only Ca^{2+} spikes of low amplitudes or produce slow rise in Ca^{2+} in the vicinity of nucleus. In comparison with liver in adipose tissue type 2 diabetes results in the strong suppression of expression of most key genes of Ca^{2+} signaling pathways (except IP_3 R and PKG) and of lipid metabolic pathways. **Conclusions.** The changes in the profiles of expressions and of activities of key enzymes and Ca^{2+} channels of Ca^{2+} signaling pathways in white adipocytes may be responsible for the observed loss of dynamical versatility.

Keywords: adipocytes, noradrenaline, acetylcholine, Ca^{2+} signaling, expression of genes, obesity, type 2 diabetes

Нейротрансмиттеры ACh и NE и пептидные гормоны холецистокинин, брадикинин и др. вызывают в клетках печени, поджелудочной железы, гладкомышечных клетках и адипоцитах белой жировой ткани регистрируются разнообразные типы сложных и простых Ca^{2+} -колебаний и автоволн, Ca^{2+} -спайки и триггерные переключения [2, 7–12]. Такое поведение характерно для клеток, выделенных из тканей и органов здоровых животных, хотя роль таких периодических и квазипериодических процессов в регуляции Ca^{2+} -сигнальных и метаболи-

ческих систем до настоящего времени изучена недостаточно.

Известно, что ожирение и D2T приводят к существенным изменениям в экспрессии генов, контролирующих экспрессию белков – ферментов и каналов различных сигнальных и метаболических систем [3, 5]. Это в свою очередь может приводить к дисрегуляции различных сигнальных и метаболических систем и дисфункции соответствующих органов и тканей. При ожирении и D2T имеют место: инсулиновая резистентность, связанная с развитием сте-

атоза печени; стеатоз поджелудочной железы; гипертензия сосудов; гипертрофия и гибель адипоцитов и трансформация жировой ткани из активного буфера токсичных жирных кислот и важного эндокринного органа в орган, не способный запастись жирными кислотами и глюкозу, продуцирующий провоспалительные цитокины [1, 4, 6].

Поэтому изучение механизмов регуляции и закономерностей, приводящих к дисрегуляции Ca^{2+} -сигнальных и метаболических систем и к дисфункции соответствующих органов и тканей при ожирении и D2T, является актуальным.

Материалы и методы исследования

В экспериментах использовали первичную культуру белых адипоцитов мыши на 9 день культиви-

рования (9 DIV), полученную из мезенхимальной фракции стволовых клеток эпидидимального жирового депо и зрелые одиночные клетки без культивирования. Измерение динамики цитозольного кальция ($[\text{Ca}^{2+}]_i$) проводили с помощью системы анализа изображений «Cell observer» (Carl Zeiss, Германия), на базе моторизованного микроскопа Axiovert 200M с высокоскоростной черно-белой CCD-камерой AxioCam HSm. Источником света служила ртутная лампа HBO 100. Возбуждение флуоресценции Fura-2 проводили при двух длинах волн (340 и 387 нм) с использованием запирающих светофильтров BP 340/30 и BP 387/15.

Ожирение и D2T вызывали, скормливая животным свиней хребтовый жир в течение 10 месяцев с последующим отбором животных в группы: ожирения и D2T на основании измерений концентраций липидов, инсулина и глюкозы в крови. Критерии распределения животных на группы приведены в табл. 1.

Таблица 1

Здоровые животные, животные с ожирением и диабетом 2-го типа

Группы животных, состояние:	Вес жировой ткани, (% веса)	Глюкоза, (мМ)	Инсулин, (нг/мл)	Триглицериды, (мМ)	Жирные кислоты, (мМ)	Холестерин, (мМ)
Здоровые	< 15	4,0–6,0	< 0,5	0,5–1,2	0,3–1,2	1,5–2,5
Ожирение	≥ 15	8,0–12,0	0,5–1,5 (2,0)	1,0–2,0	1,5–2,5	2,5–4,5
Диабет 2-го типа	> 15	12,0–20,0	2,0–3,5	1,8–2,5	1,5–3,0	4,0–6,0

Культивируемые адипоциты получали из преадипоцитов здоровых животных и из преадипоцитов животных с ожирением. Зрелые клетки выделяли из жировой ткани животных с D2T. Сравнительные эксперименты по экспрессии мРНК проводились с использованием образцов печени и жировой ткани животных с D2T (возраст – 1 год) и здоровых животных (возраст – 2–3 месяца).

Препараты тотальной РНК экстрагировали с помощью реагента Triazol (Sigma) и использовали в качестве матрицы при постановке реакции обратной транскрипции (ОТ) для получения кДНК. Перед постановкой реакции ОТ проводили определение концентрации тотальной РНК с помощью набора Quant-iTTM RNA BR Assay Kit на приборе QubitTM fluorometer (Invitrogen, USA). Реакцию ОТ проводили со случайными гексапраймерами (фирма «Синтол», Россия). Полученная кДНК использовалась для постановки полимеразной цепной реакции в режиме реального времени (RT-PCR). Работа выполнена с использованием прибора 7300 Real-Time PCR System (Applied Biosystem, USA) Регионального Центра коллективного пользования УРАН ИТЭБ РАН. В качестве праймеров и зондов были использованы коммерчески доступные киты фирмы Applied Biosystem, (USA). Условия проведения реакции согласно рекомендациям фирмы производителя.

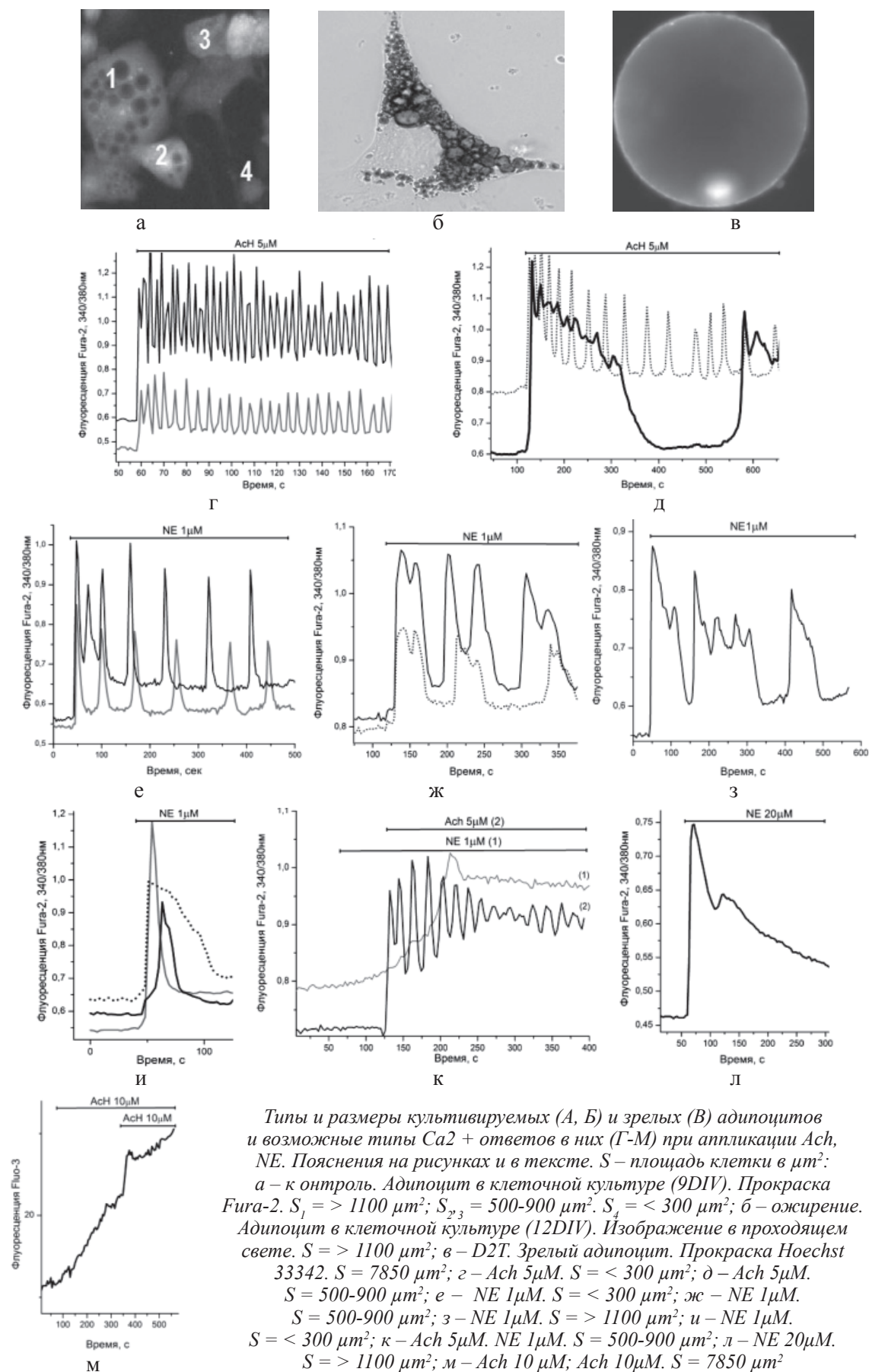
Результаты исследований и их обсуждение

Характерные размеры и морфология адипоцитов. На рисунке, а представлены наиболее характерные типы адипоцитов малого (площадью $S \leq 300 \mu\text{m}^2$);

среднего ($S = 500\text{--}900 \mu\text{m}^2$) и большого ($S \Rightarrow 1100 \mu\text{m}^2$) размеров с различными включениями липидов, полученные из преадипоцитов здоровых животных в культуре 9DIV, растущей на глюкозе. Объем жировых включений увеличивается с ростом размеров клеток в культуре. В малых клетках, содержащих несколько малых жировых капель, объем жировых включений может составить 10–20% объема цитоплазмы, тогда как в больших – 70–90% объема цитоплазмы (рисунок, а). На рисунке, б получены культуры из преадипоцитов животных с ожирением. Такие клетки способны накапливать липиды только в присутствии жирных кислот в средах инкубации. У части клеток липидные включения отсутствуют. В других клетках липиды могут занимать до 70–90% объема цитоплазмы. На рисунке, в представлены зрелые адипоциты животных с D2T. В таких гипертрофированных клетках объем цитоплазмы, не занятой липидными включениями, составляет от 1 до 5%.

Ca^{2+} -сигнализация в адипоцитах здоровых животных. Основные типы периодических и квазипериодических Ca^{2+} -колебаний, а также импульсных и триггерных Ca^{2+} -ответов, возникающих при аппликации 1–5 мкМ Ach или NE, представлены на рисунке, г–м.

Ранее нами было показано, что культивируемые адипоциты здоровых животных



Типы и размеры культивируемых (А, Б) и зрелых (В) адипоцитов и возможные типы Ca^{2+} + ответов в них (Г-М) при аппликации Ach, NE. Пояснения на рисунках и в тексте. S – площадь клетки в μm^2 : а – к онтроль. Адипоцит в клеточной культуре (9DIV). Прокраска Fura-2. $S_1 = > 1100 \mu m^2$; $S_{2,3} = 500-900 \mu m^2$. $S_4 = < 300 \mu m^2$; б – ожирение. Адипоцит в клеточной культуре (12DIV). Изображение в проходящем свете. $S = > 1100 \mu m^2$; в – D2T. Зрелый адипоцит. Прокраска Hoechst 33342. $S = 7850 \mu m^2$; г – Ach 5 μM . $S = < 300 \mu m^2$; д – Ach 5 μM . $S = 500-900 \mu m^2$; е – NE 1 μM . $S = < 300 \mu m^2$; ж – NE 1 μM . $S = 500-900 \mu m^2$; з – NE 1 μM . $S = > 1100 \mu m^2$; и – NE 1 μM . $S = < 300 \mu m^2$; к – Ach 5 μM . NE 1 μM . $S = 500-900 \mu m^2$; л – NE 20 μM . $S = > 1100 \mu m^2$; м – Ach 10 μM ; Ach 10 μM . $S = 7850 \mu m^2$

при аппликации Ach или NE (1–10 мкМ) или сыворотки FBS способны генерировать Ca^{2+} -колебания различного периода и формы, а также Ca^{2+} -импульсы и триггерные переключения, связанные с активацией рианодинового рецептора (RyR) и Ca^{2+} -сигнального пути с участием NO/cGMP/cADPr [10] или с вовлечением IP_3 рецептора (IP_3R) и Ca^{2+} -сигнального пути с участием PLC/ IP_3 / IP_3R [11].

Включение того или иного Ca^{2+} -сигнального пути зависит от типов активируемых рецепторов (α_1 , α_2 или m_3) и от наличия L-аргинина в среде инкубации клеток. Влияние размеров клеток на тип генерируемых ответов ранее нами не анализировалось.

На рисунке, г представлены «быстрые» Ca^{2+} -колебания с периодом от 1 до 10 секунд, наблюдающиеся в клетках малого размера в отсутствие L-аргинина в среде при действии Ach. В таких клетках реже наблюдаются незатухающие колебания с периодом 30–60 секунд (не показано). В клетках среднего и большого размеров наблюдаются колебания с периодами от нескольких десятков до нескольких сотен секунд (рисунок, д). Генерация пачек импульсов с пери-

одом от 1 до 10 секунд с последующей десенситизацией рецепторов и прекращением колебаний, характерна только для клеток малого размера в присутствии Ach. При аппликации NE (1–10 мкМ) в зависимости от размеров клеток возникают устойчивые или затухающие Ca^{2+} -колебания с периодами: 15–25 сек (не показано); 50–100 сек (рисунок, е) или несколько минут (рисунок, ж, з). Колебания могут быть простой (рисунок, г, е) или сложной формы (рисунок, ж, з). Наряду с периодическими режимами в культурах 9DIV часть клеток среднего и большого размера может отвечать генерацией одиночных импульсов Ca^{2+} (рисунок, и) или триггерным переключением (рисунок, к). Возникновение импульсных или триггерных ответов чаще наблюдается при аппликации NE в сравнении с действием Ach.

Сводные данные о типах ответов при действии Ach и NE приведены в табл. 2. Знаками (+) отмечено наличие у клеток определенных размеров данного типа ответа. Знаками (–) отмечено отсутствие данного типа ответа. Количество знаков (+) указывает на частоту появления соответствующего режима в клетках того или иного размера.

Таблица 2

Типы Ca^{2+} -ответов под действием Ach и NE в адипоцитах здоровых животных.
Зависимость типа ответа от размеров клетки

Площадь клеток (μm^2)	Ca ²⁺ -колебания (периоды, с)					Импульсные ответы	Триггерные переключения
	1–10	15–25	50–100	100–150	200–350		
Агонист: 1-5 мкМ Ach							
< 300	+++++	++	—	—	—	—	—
500–900	++	++	++	—	—	+	+
> 1100	+	+	++	++	—	+	+
Агонист: 1-5 мкМ NE							
< 300	—	++	+	+	—	++	—
500–900	—	+	+	+	—	++	+
> 1100	—	—	+	+	+	++	+

Из табл. 2 видно, что, как при действии Ach, так и при действии NE, с увеличением размера клеток происходит увеличение периодов генерируемых колебаний. Увеличение размеров клеток приводит также к увеличению вероятности возникновения Ca^{2+} -спайков и появления триггерных переключений. В присутствии Ach вероятность возникновения периодических режимов в клетках всех размеров значительно выше, чем при действии NE. Включение L-аргинина в среду инкубации приводит к увеличению периодов колебаний для обоих типов агонистов. Это особенно характерно для клеток малых и средних размеров (не показано).

Ca^{2+} -сигнализация в адипоцитах животных с ожирением и D2T. В культивируемых адипоцитах, выделенных из жировой ткани животных с ожирением, представленные на рисунке, г–к типы Ca^{2+} -ответов, исчезают. Основным типом ответов становится генерация Ca^{2+} -импульсов (рисунок, и), которая возможна только при больших концентрациях Ach или NE (20–30 мкМ). Это может свидетельствовать о наличии резистентности к Ach и NE у животных с ожирением, по крайней мере, применительно к жировой ткани.

Зрелые гипертрофированные адипоциты ($S = 5000\text{--}10000 \mu\text{m}^2$), выделенные из жировой ткани животных с D2T, имеют

очень малый объём свободной от липидов цитоплазмы (от 1 до 3–5 %, рисунок, в). В таких клетках в малом приядерном слое, в ответ на аппликацию больших концентраций агонистов Ach или NE, возможны импульсы Ca^{2+} малой амплитуды или медленный рост Ca^{2+} (рисунок, м).

Очевидно, что в обоих типах представленных клеток (при ожирении и при D2T) происходит дисрегуляция Ca^{2+} -сигнальных систем, связанная с отсутствием условий для формирования положительных обратных связей и генерации Ca^{2+} -колебаний с участием IP_3R или RyR . Такая дисрегуляция может быть связана с изменением профилей активности и экспрессии различных ферментов и Ca^{2+} -каналов основ-

ных Ca^{2+} -сигнальных путей адипоцитов: $\text{PLC}/\text{IP}_3/\text{IP}_3\text{R}/\text{Ca}^{2+}$ -сигнального пути и $\text{NO}/\text{cGMP}/\text{cADPr}/\text{RyR}/\text{Ca}^{2+}$ -сигнального пути.

Изменения в экспрессии генов при D2T. В табл. 3 представлены данные об экспрессии генов, контролирующих: ключевой фермент цикла Кребса и маркер активности митохондрий (CS); маркер разобщения дыхания митохондрий (UCP-1), а также ключевые ферменты и маркеры липогенеза (GPAT) и липолиза (HSL) и маркеры Ca^{2+} -сигнальных путей (IP_3R , RyR и PKG1). В табл. 3 – $\text{PLC}/\text{IP}_3/\text{IP}_3\text{R}/\text{Ca}^{2+}$ -сигнальный путь представлен в качестве маркера 3 подтипом IP_3R , а $\text{NO}/\text{cGMP}/\text{cADPr}/\text{RyR}/\text{Ca}^{2+}$ -сигнальный путь представлен генами PKG1 , CD38 и 2 подтипа рецептора RyR – RyR_2 .

Таблица 3

Относительная экспрессия мРНК ($\Delta\Delta\text{C}$) ключевых генов в клетках печени и жировой ткани животных с D2T по отношению к экспрессии этих генов у здоровых животных

	CS	GPAT	HSL	UCP1	CD38	PKG1	IP_3R_3	RyR_2
Печень	0,2	0,15	0,08	1,6	0,25	0,4	1,3	0,25
Жировая ткань	0,035	0,003	0,002	0,15	0,005	0,27	0,23	0,03

Примечание. В качестве опорного гена использован ген GAPDH. CS – цитратсинтаза; GPAT – глицерол-3-фосфат-ацилтрансфераза; HSL – гормон чувствительная липаза; UCP-1 – разобщающий дыхание белок; CD38 – АДФ-рибозилциклаза; PKG1 – протеинкиназа G, тип 1; IP_3R_3 – IP_3 -рецептор, тип 3; RyR – рианодинный рецептор, тип 3.

В табл. 3 приведены относительные данные изменения экспрессии генов (мРНК) в гепатоцитах и адипоцитах животных с D2T по отношению к величинам их экспрессии у здоровых животных. Как следует из табл. 3, при D2T происходит 5–10-кратное уменьшение экспрессии мРНК CS, GPAT и HSL в печени, что отражает уменьшение количества митохондрий (CS) при увеличенном разобщении дыхания митохондрий (UCP1); уменьшение активности путей липогенеза (GPAT) и липолиза (HSL). На этом фоне имеет место уменьшение активности Ca^{2+} -сигнального пути с участием $\text{NO}/\text{cGMP}/\text{cADPr}$ (уменьшение экспрессии генов CD38 и PKG1) при заметном увеличении активности IP_3 -зависимого Ca^{2+} -сигнального пути (рост экспрессии гена IP_3R_3).

В клетках жировой ткани при D2T имеет место значительно более сильное уменьшение экспрессии генов (в десятки-сотни раз по сравнению с печенью), как метаболических (CS, GPAT, HSL) так и $\text{NO}/\text{cGMP}/\text{cADPr}$ Ca^{2+} -сигнального пути (при сохранении достаточно высокой экспрессии гена PKG1). В отличие от печени, в жировой ткани экспрессия гена IP_3R_3 также снижается. Однако такое снижение экспрессии гена IP_3R в (4–4,5 раза) выражено значительно меньше, чем уменьшение экс-

прессии гена RyR (в 30 раз). Наблюдаемое 10–20-кратное снижение экспрессии ключевых метаболических генов (CS, GPAT, HSL) в жировой ткани в сравнении с генами печени означает, что основные метаболические процессы в гипертрофированных адипоцитах (имеющих очень малый объём свободной цитоплазмы) практически подавлены. Основным путем энергопродукции в этих условиях, по-видимому, становится гликолиз, поскольку экспрессия опорного гена GAPDH, характеризующего гликолиз, снижается в 2–3 раза по сравнению с контролем и сравнима с его экспрессией в печени. Очевидно, что такие глобальные перестройки в экспрессии ключевых генов могут приводить к радикальным изменениям в профилях активности экспрессируемых белков, что должно отражаться в изменении условий функционирования (Ca^{2+} -ответы, рисунок) и регуляции Ca^{2+} -сигнальных путей адипоцитов.

Заключение

Дисфункция жировой ткани и дисрегуляция Ca^{2+} -сигнальных и метаболических путей гипертрофированных адипоцитов при D2T могут быть связаны с подавлением экспрессии ключевых генов Ca^{2+} -сигнальных путей адипоцитов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Президиума РАН (программа № 7, проект № 01201258223); ФНМ (проект № 01201256033).

Список литературы

1. Bays H.E., Laferrère B., Dixon J., Aronne L., González-Campoy J.M., Apovian C., Wolfe B.M. *Int J Clin Pract.* 2009. Vol. 63. No. 9. P. 1285-300. doi: 10.1111/j.1742-1241.
2. Berridge M.J. *Biochim Biophys Acta.* 2009. Vol. 1793. No. 6. P. 933-40. doi: 10.1016/j.bbamcr.2008.10.005.
3. Chakrabarti S.K., Wen Y., Dobrian A.D., Cole B.K., Ma Q., Pei H., Williams M.D., Bevard M.H., Vandenhoff G.E., Keller S.R., Gu J., Nadler J.L. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2011. Vol. 300. No. 1. P. E175-87. doi: 10.1152/ajpendo.00203.2010.
4. DeFronzo R.A. *Diabetologia.* 2010. Vol. 53. No. 7. P. 1270-87. doi: 10.1007/s00125-010-1684-1.
5. Festuccia W.T., Laplante M., Berthiaume M., Gélinais Y., Deshaies Y. *Diabetologia.* 2006. Vol. 49. No. 10. P. 2427-36.
6. Morino K., Petersen K.F., Shulman G.I. *Diabetes.* 2006. Suppl 2: S9-S15.
7. Moustafa A., Sakamoto K.Q., Habara Y. *Nitric Oxide.* 2011. Vol. 24. No. 3. P. 139-50. doi: 10.1016/j.niox.2011.02.001.
8. Prentki M., Glennon M.C., Thomas A.P., Morris R.L., Matschinsky F.M., Corkey B.E. *J Biol Chem.* 1988. Vol. 263. No. 23. P. 11044-7.
9. Rooney T.A., Sass E.J., Thomas A.P. *J Biol Chem.* 1989. Vol. 264. No. 29. P. 17131-41.
10. Turovsky E.A., Kaimachnikov N.P., Turovskaya M.V., Berezhnov A.V., Dynnik V.V., Zinchenko V.P. Two mechanisms of calcium oscillations in adipocytes. *Biochemistry (Moscow).* 2012. Vol. 6. No. 1. P. 26-34.
11. Turovsky E.A., Turovskaya M.V., Berezhnov A.V., Tolmacheva A.V., Kaimachnikov N.P., Dolgacheva L.P., Zinchenko V.P., Maevsky E.I., Dynnik V.V. *Biochemistry (Moscow). Series A: Membrane and Cell Biology.* 2012. Vol. 6. No. 1. P. 35-43.
12. Woods N.M., Cuthbertson K.S., Cobbold P.H. *Nature.* 1986. Vol. 319. No. 6054. P. 600-2.

References

1. Bays H.E., Laferrère B., Dixon J., Aronne L., González-Campoy J.M., Apovian C., Wolfe B.M. *Int J Clin Pract.* 2009. Vol. 63. No. 9. P. 1285-300. doi: 10.1111/j.1742-1241.

2. Berridge M.J. *Biochim Biophys Acta.* 2009. Vol. 1793. No. 6. pp. 933-40. doi: 10.1016/j.bbamcr.2008.10.005.
3. Chakrabarti S.K., Wen Y., Dobrian A.D., Cole B.K., Ma Q., Pei H., Williams M.D., Bevard M.H., Vandenhoff G.E., Keller S.R., Gu J., Nadler J.L. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2011. Vol. 300. No. 1. pp. E175-87. doi: 10.1152/ajpendo.00203.2010.
4. DeFronzo R.A. *Diabetologia.* 2010. Vol. 53. No. 7. pp. 1270-87. doi: 10.1007/s00125-010-1684-1.
5. Festuccia W.T., Laplante M., Berthiaume M., Gélinais Y., Deshaies Y. *Diabetologia.* 2006. Vol. 49. No. 10. pp. 2427-36.
6. Morino K., Petersen K.F., Shulman G.I. *Diabetes.* 2006. Suppl 2: pp. 9-S15.
7. Moustafa A., Sakamoto K.Q., Habara Y. *Nitric Oxide.* 2011. Vol. 24. No. 3. pp. 139-50. doi: 10.1016/j.niox.2011.02.001.
8. Prentki M., Glennon M.C., Thomas A.P., Morris R.L., Matschinsky F.M., Corkey B.E. *J Biol Chem.* 1988. – Vol. 263. No. 23. pp. 11044-7.
9. Rooney T.A., Sass E.J., Thomas A.P. *J Biol Chem.* 1989. Vol. 264. No. 29. pp. 17131-41.
10. Turovsky E.A., Kaimachnikov N.P., Turovskaya M.V., Berezhnov A.V., Dynnik V.V., Zinchenko V.P. Two mechanisms of calcium oscillations in adipocytes. *Biochemistry (Moscow).* 2012. Vol. 6. No. 1. pp. 26-34.
11. Turovsky E.A., Turovskaya M.V., Berezhnov A.V., Tolmacheva A.V., Kaimachnikov N.P., Dolgacheva L.P., Zinchenko V.P., Maevsky E.I., Dynnik V.V. *Biochemistry (Moscow). Series A: Membrane and Cell Biology.* 2012. Vol. 6. No. 1. pp. 35-43.
12. Woods N.M., Cuthbertson K.S., Cobbold P.H. *Nature.* 1986. Vol. 319. No. 6054. pp. 600-2.

Рецензенты:

Маевский Е.И., д.м.н., профессор, зам. директора Учреждения Российской академии наук Института теоретической и экспериментальной биофизики РАН, г. Пушкино;

Мошков Д.А., д.б.н., профессор, зав. лабораторией ультраструктуры нейрона Учреждения Российской академии наук Института теоретической и экспериментальной биофизики РАН, г. Пушкино.

Работа поступила в редакцию 27.05.2013.

УДК 616.9-002.2:616.155.32-018

РОЛЬ РАСТЕНИЙ В ЭКОЛОГИИ YERSINIA PSEUDOTUBERCULOSIS**Тимченко Н.Ф., Персиянова Е.В.***ФГБУ «Научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии имени Г.П. Сомова» Сибирского отделения РАМН, Владивосток, e-mail: ntimch@mail.ru*

В обзоре обсуждается роль растений в экологии *Yersinia pseudotuberculosis*. Эти бактерии широко распространены в окружающей среде (почве, воде, овощах). Они вызывают инфекции в организме человека и животных. Анализ показал, что чаще всего *Yersinia pseudotuberculosis* передаются человеку через растительные субстраты, в которых бактерии размножаются и сохраняют вирулентность. Эти факты свидетельствуют о том, что для поддержания жизнеспособности и численности популяции во внешней среде *Yersinia pseudotuberculosis* используют растения как хороший питательный субстрат. В обзоре особое внимание уделено действию *Yersinia pseudotuberculosis* и его факторов при контакте с растениями и ответу растений. Сделан вывод, что *Yersinia pseudotuberculosis* используют факторы патогенности (адгезин, инвазин, токсины), проникают в межклеточное пространство, адгезируют к поверхности клеток растений, проникают через стенку клетки в цитоплазму, размножаются в культуре клеток растений, при этом ультраструктура бактерий изменяется. У растений развивается защитный ответ на действие бактерий и их факторов патогенности.

Ключевые слова: *Yersinia pseudotuberculosis*, факторы патогенности, адгезия, инвазия, токсины, белки, гены, растения, клетки, взаимодействие, устойчивость к бактериям

THE ROLE OF PLANTS IN THE ECOLOGY OF YERSINIA PSEUDOTUBERCULOSIS**Timchenko N.F., Persyanova E.V.***FGBU «Scientific Institute of Epidemiology and Microbiology name G.P. Somov»
Siberian Branch of RAMS, Vladivostok, e-mail: ntimch@mail.ru*

The review discusses the role of plants in the ecology of *Yersinia pseudotuberculosis*. These bacteria are widespread in the environment (e.g. in the soil, water, vegetables). They cause the infection in humans and animals. The analysis showed that *Yersinia pseudotuberculosis* are most often transmitted to a person via plant substrates where bacteria breed and retain virulence. These facts suggest that *Yersinia pseudotuberculosis* use plants as good nutritious substrates to maintain the vitality and magnitude of population in the environment. Special consideration is given to the influence of *Yersinia pseudotuberculosis* and its pathogenic factors during the contact with plants and plant response. It is concluded that *Yersinia pseudotuberculosis* with use of the pathogenic factors (adhesion, invasion, toxins), penetrate into the intercellular space, adhered to the surface of plant cells, penetrate across cell wall into the cell cytoplasm, and multiply in culture of cells of plants, thus, the ultra structure of bacteria changes. The plants develop defense response to the action of bacteria and their pathogenic factors.

Keywords: *Yersinia pseudotuberculosis*, factors of pathogenicity, adhesion, invasion, toxin, protein, gen, plant, cell, interaction, stability to bacteria

Уже не одно десятилетие значительное внимание привлекают к себе патогенные микроорганизмы, способные с одной стороны, паразитировать в организме теплокровных животных и человека, с другой – обитать в окружающей среде [11]. Возможность сапрофитического существования ряда патогенных бактерий в окружающей среде, совершенно отрицаемая в недавнем прошлом, находит все большее признание [2; 11; 13; 14].

Рост заболеваемости инфекционными болезнями, возбудители которых обладают паразитическими и сапрофитическими свойствами, потребовал изучения экологии подобных микроорганизмов. К таким патогенам относят *Yersinia pseudotuberculosis*, которые убиквитарно распространены в окружающей среде (почве, воде). Анализ многочисленных вспышек псевдотуберкулеза показал, что чаще всего факторами передачи бактерий человеку являются растительные субстраты, в которых иерсинии размножаются и накапливаются в значи-

тельных количествах, сохраняя высокую степень вирулентности. Эти факты свидетельствуют о том, что для поддержания жизнеспособности и численности популяции во внешней среде *Y. pseudotuberculosis* используют растения как хороший питательный субстрат. Однако для этой цели в бактериях должны синтезироваться биомолекулы и функционировать механизмы, позволяющие им извлекать питательные вещества из растений. Поскольку основным резервуаром *Y. pseudotuberculosis* является почва, а основными факторами передачи их человеку – овощи и корнеплоды, возникает вопрос о роли растений в существовании данных микроорганизмов и циркуляции их во внешней среде.

Выживаемость растений и бактерий при совместном культивировании. Соки многих овощей (капусты, картофеля, моркови, лука, свеклы) содержат аттрактанты для бактерий псевдотуберкулеза, обуславливающие положительный хемотаксис микроба [1]. Хемотаксис играет адаптивную

роль в жизни бактерий, которые развиваются в средах, постоянно изменяющихся во времени и пространстве [4]. Во многих случаях целесообразность хемотаксических реакций бактерий несомненна. Так, аттрактантами, привлекающими бактерий, для клеток *Vibrio alginolyticus* являются гликолевая и акриловая кислоты – компоненты выделения морских водорослей, фитопатогенные *Xanthomonas oryzae* реагируют на воду, взятую с плантации культуры риса, а симбиотические бактерии рода *Rhizobium* привлекаются многими веществами, выделяемыми корешками бобовых растений [19].

В стерильной почвенной вытяжке в ассоциации с аксенической культурой планктонных зеленых водорослей *Scenedesmus quadricauda* и их метаболитами *Y. pseudotuberculosis* переходят в покоящееся (некультивируемое) состояние [9]. Однако под действием живых или убитых инфузорий микроорганизмы, находящиеся в некультивируемом состоянии, способны к частичной реверсии в вегетативные, бактериологически выявляемые формы. Синезеленые водоросли пресных водоёмов и почвы – *Anabaena variabilis* и их продукты метаболизма, также способствуют переходу бактерий псевдотуберкулеза в покоящееся состояние, в котором они могут длительно сохраняться в слизистых оболочках водорослей, особенно при летнем температурном режиме [9; 10]. По мнению исследователей, переход бактерий из вегетативного состояния, характерного для фазы циркуляции возбудителя, в покоящееся состояние, обеспечивающее его резервацию в почвенных и водных экосистемах, возможно, является адаптивной перестройкой бактериальной популяции в результате различных сочетаний значимых абиотических и биотических факторов почв или водоемов [6]. Предполагается, что способность простейших и, возможно, других гидробионтов, индуцировать реверсию покоящихся клеток в активное состояние, является характерным процессом для циркуляции патогенных бактерий среди хозяев в экосистемах почв и водоемов [10].

Рассматривая взаимоотношение *Y. pseudotuberculosis* с растениями как систему «паразит-хозяин», определена выживаемость обоих организмов, характер и этапы их взаимодействия, возможность использования бактериями биомолекул патогенности, а растениями – индукции защитных ответов на действие микроба [8]. На роль «хозяина» выбраны быстрорастущие клеточные культуры (калусы) разных растений, свободно живущих в природе (женьшень *Panax ginseng*, кирказона *Aristolochia*

manshuriensis, воробейника *Lithospermum erythrorhizon*) и окультуренных человеком (капусты белокочанной *Brassica oleracea*). В культуре клеток *L. erythrorhizon*, синтезирующей антимикробные фитоалексины [20], рост численности *Y. pseudotuberculosis* в первые сутки ко-культивации замедлялся, а затем постепенно увеличивался, превосходя первоначальное количество в 2,5 раза. Начальное ослабление роста бактерий, скорее всего, связано с адаптацией к новым условиям существования и, по-видимому, с наличием фитоалексинов. Лишь ко времени старения растительной культуры (более месяца), число бактерий снижалось.

В ассоциации с каллусами *B. oleracea* выявлено интенсивное и длительное (до 2 месяцев) размножение *Y. pseudotuberculosis* с повреждением самих растительных клеток. Такое взаимодействие свидетельствует о том, что *Y. pseudotuberculosis* не распознается растением, и согласуется с эпидемиологическими данными о капусте белокочанной как важном природном резервуаре данного микроба и факторе передачи возбудителя человеку [8].

В каллусах *A. manshuriensis* обнаружена несколько иная динамика взаимодействия с *Y. pseudotuberculosis*. Если в культуре *B. oleracea* с первых суток для бактерий характерен взрывной рост, то в культуре *A. manshuriensis* число микроорганизмов нарастало постепенно. Гибель растительных клеток происходила с первых дней совместного культивирования, а при полном их некрозе наблюдалось неуклонное снижение числа бактерий псевдотуберкулеза.

Клетки *P. ginseng* проявляли выраженную ответную реакцию на вторжение патогена. Быстрый первоначальный рост числа бактерий сменялся таким же быстрым их снижением после гибели половины клеток *P. ginseng*. При некрозе 100% растительных клеток микроорганизмы в системе не обнаружены. Данная реакция по динамике напоминает гиперчувствительный ответ (hypersensitive response или hr-синдром), реализуемый фитопатогенными микроорганизмами *Xanthomonas campestris*, *Pseudomonas aeruginosa* и *Erwinia chrysanthemi* посредством R-Avr взаимодействия с устойчивыми растениями, где R является геном устойчивости растений, а Avr представляет ген авирулентности патогенного микроорганизма [30; 33]. Классический такой гиперчувствительный ответ определяется как смерть клеток хозяина и бактерий в течение нескольких часов после контакта. Он сопровождается появлением некротических пятен растительных тканей в месте контакта [24; 27].

Таким образом, *Y.pseudotuberculosis*, взаимодействуя с растениями, могут проявлять разные формы симбиотических отношений. По-видимому, во взаимодействии с *L. erythrorhizon* эти бактерии выступают в роли комменсала: не вступая с клетками растения в «тесные» отношения, они используют растительную культуру для регуляции своих контактов с внешней средой. С клетками же *B.oleracea*, *A.manshuriensis* и *P.ginseng* *Y.pseudotuberculosis* ведет себя как паразит, который приводит к гибели каллусы. Сами иерсинии длительно размножаются в каллусах *L.erythrorhizon* и *B.oleracea*, но быстро погибают в культурах *A.manshuriensis* и *P.ginseng*.

Ультрараструктура взаимодействия растений и бактерий. В экспериментальных условиях установлено, что *Y.pseudotuberculosis* способен прикрепляться к поверхности, оказывать токсическое действие и вызывать лизис у представителей морских одноклеточных водорослей *Dunaliella salina* Teod. (Chlorophyta), лишенных плотной полисахаридной оболочки [3]. Напротив, в системе «*Y.pseudotuberculosis* – *Plagioselmis prolunga* Butch. (Cryptophyta)», другим видом морских одноклеточных водорослей, при отсутствии тесного контакта между бактериальными и растительными клетками, наблюдается разрушение водорослей и усиление сегрегации цитоплазмы с увеличением числа вакуолей у микроорганизмов. Отмеченные особенности взаимодействия *Y.pseudotuberculosis* с морскими микроводорослями и его исход в значительной степени зависят от вида микроводорослей, их структурной организации. Предполагается, что при таком взаимодействии бактерии, выделяя в среду вещества с токсической или ферментативной активностями, вызывают лизис водорослей. При разрушении последних высвобождаются вещества, ингибирующие рост *Y.pseudotuberculosis*.

Методом электронной микроскопии обнаружено проникновение *Y.pseudotuberculosis* с поверхности культур *B.oleracea* и *P.ginseng* в межклеточные пространства каллусов (с первых часов взаимодействия). Наличие делящихся особей микроорганизмов свидетельствует об активном размножении их в межклетниках [16]. Кроме того, бактерии тесно контактируют с растительной клеточной стенкой, повреждая ее, поскольку выявлены сгустки электронно-плотного вещества в местах контакта и проникновения иерсиний в клеточную стенку. К концу срока совместного культивирования в значительно поврежденной культуре *B.oleracea* иерсинии сохраняют строение, типичное для S-форм грамо-

трицательных бактерий, тогда как в системе с *P.ginseng* наряду с разрушенными клетками растений выявляются поврежденные *Y.pseudotuberculosis*.

Ввиду существенных различий мембран клеток растений и клеток эндотермных организмов очевидно, что механизмы проникновения *Y.pseudotuberculosis* в клетки растений могут отличаться от таковых при проникновении их в клетки теплокровных животных и человека. После контакта бактерий с растительными клетками не наблюдались события, которые обычно развиваются после контакта иерсиний с эпителиоподобными клетками теплокровных организмов, а именно, инвагинации клеточной мембраны, последующего смыкания псевдоподий вокруг бактерий, образования фагосом. Многие фитопатогенные бактерии, проникшие в растение, обычно живут и размножаются в межклеточном пространстве. С помощью ферментов и токсинов микроорганизмы либо разрушают стенки клеток хозяина, обеспечивая себе доступ к питательным веществам, либо используют свои секреторные системы, в том числе III тип секреторной системы (T3SS), обеспечивающий ввод бактериальных белков в цитозоль [25; 29; 32; 33]. Такой механизм секреции приводит к нарушению либо перестройке метаболизма растительной клетки с выгодой для патогена. Поскольку *Y.pseudotuberculosis* используют T3SS при контакте с клетками теплокровных организмов, то не исключена роль цитопатогенных эффекторных Yop белков при взаимодействии бактерий с растительными клетками [21; 25]. Эффект повреждения клеточной стенки также может быть связан с продукцией бактериями псевдотуберкулеза литических ферментов. Вероятно, через эти повреждения бактерии заселяют цитоплазму клеток каллуса. Однако нельзя исключить возможность существования других механизмов, задействованных в этих процессах.

Факт внутриклеточной локализации *Y.pseudotuberculosis* в растительных клетках, несомненно, важен и для развития начальных этапов псевдотуберкулеза у человека. Находясь в пищевом комке и внутри растительной клетки, пусть даже и полуразрушенной, бактерии в определенной мере защищены от действия неблагоприятных факторов желудочно-кишечного тракта (ферменты полости рта и желудка, перистальтика кишечника, действие индигенной микрофлоры), которые встречаются на их пути. Поэтому можно сказать, что клетка растений является «носителем» патогена, который достигает тонкого кишечника, вирулентные бактерии проникают в эпителий

организма человека и животного. Попадая в кровяное русло, микроорганизмы разносятся в органы и ткани, где размножаются, вызывают развитие болезни [15].

Известно, что фитопатогенные бактерии обладают разными факторами патогенности (факторы адгезии, литические ферменты, фитотоксины), позволяющие им преодолевать защитные барьеры растения [18; 19; 24; 35]. Существенную роль в патогенезе псевдотуберкулеза играют токсины иерсиний [16]. Попадая в теплостойкий организм, *Y.pseudotuberculosis* наряду с инвазией оказывают токсическое воздействие. Достаточно хорошо изучены термостабильный летальный токсин (ТСТ), и термолабильный летальный токсин (ТЛТ) – белки *Y.pseudotuberculosis*, которые способны вызывать полиорганные повреждения и смерть мышей [12; 16]. Установлено, что термостабильный токсин *Y.pseudotuberculosis*, продукция которого значительно выражена при пониженной температуре (6–12 °С), влияет на рост и развитие клеточных культур *P.ginseng* и *A.manshuriensis*, вызывая морфологические повреждения и некроз растительных клеток [8]. Показано также, что одним из механизмов действия токсина на клетки *P.ginseng* может являться ингибирование процессов биосинтеза ДНК растительных клеток, поскольку ТСТ снижает скорость включения экзогенного нуклеозида в ДНК клеток *P.ginseng* [8]. Таким образом, *Y.pseudotuberculosis* при взаимодействии с клетками растений помимо адгезивно-инвазивных свойств могут использовать и факторы патогенности с токсической функцией.

Защитный ответ растений. Характер взаимодействия *Y.pseudotuberculosis* с культурой клеток *B.oleracea* свидетельствует о развитии типичного фитопатогенеза, где «хозяином» выступают растительные клетки, а «паразитом» – *Y.pseudotuberculosis*, который приводит к полной гибели растения [8]. Однако в случае с клетками *A.manshuriensis* и *P.ginseng* обнаружена гибель как растительных, так и бактериальных клеток. Такая картина напоминает взаимодействие авирулентных штаммов фитопатогенных микроорганизмов с устойчивыми растениями, когда молекулярное распознавание фитопатогенов в растениях происходит посредством взаимодействия белковых продуктов генов *R-Avr* [24]. Результатом таких взаимодействий является запуск каскадного механизма защиты в растении (синтез каллозы, фитоалексинов, активация генов фенилаланин аммиак-лиазы, халконсинтазы, лигнина, патоген-обусловленных белков – глюканазы, хитиназы, РНКазы),

в том числе развитие гиперчувствительного ответа, приводящего к гибели клеток растения и патогена в местах проникновения последнего [22; 23, 24; 26; 28; 34]. При исследовании ответной реакции растительных клеток при совместном культивировании с *Y.pseudotuberculosis* в каллусах *P.ginseng* усиливается экспрессия генов фенилаланин аммиак-лиазы и β -1,3-глюканазы [17]. Этот факт свидетельствует о быстром распознавании патогена и индукции защитного ответа клетками *P.ginseng*, поскольку эти белки являются маркерными при изучении иммунного статуса растительных клеток. При внесении же бактерий в каллусы *P.ginseng* с высоким уровнем биосинтеза фенилаланин аммиак-лиазы и β -1,3-глюканазы, индуцированным экспрессией гена *rolC Agrobacterium rhizogenes*, данные микроорганизмы погибали, тогда как клетки *P.ginseng* оставались живыми. Таким образом, индуцированная устойчивость в растительных каллусах, маркерами которой является экспрессия генов *PAL* и β -1,3-глюканазы, является достаточной для защиты клеток *P.ginseng* от *Y.pseudotuberculosis*. Подобно бактериям ТСТ и ТЛТ токсины *Y.pseudotuberculosis* индуцируют защитный ответ в культуре клеток *P.ginseng* женьшеня [17]. Следовательно, взаимодействие *Y.pseudotuberculosis* с растениями может происходить посредством секретируемых токсинов.

В последнее десятилетие достигнуто понимание факта, что некоторые факторы патогенности бактерий, вызывающие заболевания у растений и животных, имеют общее древнее происхождение и функционально сходны [31; 33]. Так, локус *Hrp* (от *hypersensitive response and pathogenicity*) фитопатогенных бактерий *Pseudomonas syringae*, *Xanthomonas campestris*, *Ralstonia solanacearum*, *Erwinia amilovora*, состоящий из кластера генов, кодирующие Т3SS бактерий, сходен с соответствующими локусами, Т3SS патогенов человека, таких как *Yersinia*, *Shigella* и *Salmonella* [33]. Другим важным фактором патогенности являются белки семейства *YopJ/P*, *YopT* (выявленные первоначально у *Yersinia*), гомологи которых обнаруживаются в фитопатогенах (*Erwinia*, *Ralstonia*, *Pseudomonas* и *Xanthomonas*) и даже в симбиотических бактериях *Rhizobium* [33; 36,37]. Общая функция этих белков заключается в разрушении сигнальных систем хозяина, обеспечивающих защиту от патогенов [30]. Тем не менее следует учесть, что у патогенов животных и растений многие факторы патогенности различаются по структуре и функции [33].

В развитии вопроса о роли растений в экологии *Y. pseudotuberculosis* выявлена возможность проникновения бактерий через корневую систему из почвы и воды в проростки растений капусты, овса, ячменя, салата, фасоли, гороха и существования бактерий в высоких концентрациях в семенах, корнях, стеблях и листьях растений [5]. Известно, что диаметр ситовидных трубок проводящих путей растений равен 10–15 мкм, а размер иерсиний на порядок меньше, следовательно, по мнению авторов, теоретически механических препятствий их прохождения быть не должно. Но из-за особенностей защитных механизмов разных видов растений или в силу влияния корневых выделений, стимулирующих или ингибирующих те или иные микроорганизмы, иерсинии могут заселять разные растения и их отдельные органы неодинаково. Высказано предположение о том, что эпидемические и эпизоотические проявления сапронозов (болезни, вызываемые возбудителями, резервуаром которых является внешняя среда) обеспечиваются выносом возбудителей из почвы на поверхность через растения, связывающие почвенные и наземные экосистемы. На основании полученных результатов исследователи пришли к заключению о принципиальной возможности передачи *Y. pseudotuberculosis* восприимчивым зеленонадным полям при поедании экспериментально инфицированного корма (растений), предполагая, что циркуляция возбудителя по цепочке «почва – растения – животное» вполне реальна в природных экологических системах [5].

Показано, что заражение пробирочных растений картофеля, устойчивого и восприимчивого к фитопатогенам сортов (через поврежденные места эпидермиса), приводит к проявлению слабых внешних симптомов заболевания: незначительное снижение прироста в длину стеблей картофеля, скручивание листьев, независимо от концентрации *Y. pseudotuberculosis* [7]. Однако микробиологический анализ растительных тканей показал проникновение бактерий внутрь и миграцию их в апикальную часть стебля и листьев причем у восприимчивых экземпляров этот процесс протекал более интенсивно. Сами иерсинии после их пасирования через растительный организм сохраняли вирулентность [7].

При исследовании двух сортов табака *Nicotiana tabacum* L., устойчивого и чувствительного к вирусу табачной мозаики (ВТМ), было выявлено, что *Y. pseudotuberculosis* не проникали через неповрежденную поверхность листьев в растения [7]. Известно, что поверхность расте-

ний, как ризо- так и филлосфера, заселена большим количеством микроорганизмов, однако немногие из них способны вызвать заболевания. Существует несколько причин низкой вирулентности патогена. Во-первых, одни виды растений просто не соответствуют потребностям потенциального патогена. Во-вторых, у многих микроорганизмов отсутствуют специализированные биомолекулы, способствующие проникновению через кутикулу органов растения и преодолению структурных преград. В-третьих, патогены должны синтезировать вещества, чтобы противостоять растительным соединениям – продуктам вторичного метаболизма с токсической и антибиотической активностью [23; 24]. Не исключено отсутствие у *Y. pseudotuberculosis* ферментов, разрушающих растительную кутикулу, поэтому проникнуть внутрь целого растения микроорганизмы могут лишь через поврежденные участки. При механической инокуляции либо инъекции высокие дозы бактерий (10^8 мк/лист) вызывали гибель растений табака обоих сортов. Однако при малых дозах этих микроорганизмов растения были устойчивы к инфицированию, возможно, за счет механизмов первичной защиты, достаточных, чтоб локализовать инфекцию в опытном листе. Важно отметить, что *Y. pseudotuberculosis* размножались только в зараженных листьях табака, не распространяясь по всему растению, а гибель микроорганизмов наступала после отмирания инфицированных листьев.

Таким образом, *Y. pseudotuberculosis* в равной степени инфицируют растения табака (устойчивые и восприимчивые к ВТМ). Это свидетельствует о том, что данные микроорганизмы взаимодействуют с растением табака по пути, отличающемуся от пути его взаимодействия с фитовирусами: взаимодействие иерсиний и растений может носить не только характер быстрого ответа (реакция гиперчувствительности, как показано на примере культуры клеток женьшеня), но и медленного системного ответа.

Изложенные данные осветили только некоторые стороны взаимоотношений растений и бактерий, патогенных для человека и животных. Дальнейшие исследования в этом направлении позволят углубить понимание стратегии этой группы микроорганизмов (возбудителей сапронозов) при сапрофитическом способе существования.

Список литературы

1. Беседнов А.Л., Венедиктов В.С. Изучение хемотаксиса бактерий псевдотуберкулеза // Психрофильность патогенных микроорганизмов. – Новосибирск, 1986. – С. 56–57.

2. Механизмы передачи возбудителей и естественно-научная классификация инфекционных болезней / К.А. Денисов, А.Д. Усенко, Л.И. Слюсарь, В.В. Ванханен, Е.И. Беседина, В.Д. Ванханен, В.А. Мельник // Вестник гигиены и эпидемиологии. – 2000. – Т. 4, № 2. – С. 219–223.
3. Елисейкина М.Г., Айзайчер Н.А., Тимченко Н.Ф. Взаимодействие *Yersinia pseudotuberculosis* с морскими одноклеточными водорослями // Инфекции, обусловленные иерсиниями. Материалы II Всероссийской науч.-практ. конф. с междунар. участием. – СПб., 2006. – С. 70–72.
4. Завальский Л.Ю. Хемотаксис бактерий // Соровский образовательный журнал. – 2001. – Т. 7, № 9. – С. 23–29.
5. Эпидемиологические аспекты экологии бактерий / В.Ю. Литвин, А.Л. Гинцбург, В.И. Пушкарева, Ю.М. Романова, Б.В. Боев. – М.: Фармус-Принт, 1998. – 256 с.
6. Литвин В.Ю. Природноочаговые инфекции: ключевые вопросы и новые позиции // Журн. микробиол., эпидемиол. и иммунол. – 1999. – № 5. – С. 26–33.
7. Взаимодействие *Yersinia pseudotuberculosis* с пробиотическими растениями картофеля / Ю.А. Маркова, А.С. Романенко, В.Т. Климов, М.В. Чеснокова // Журнал стресс-физиологии растений. – 2006. – Т. 2, № 1. – С. 22–27.
8. Персиянова Е.В. Характеристика взаимоотношений *Yersinia pseudotuberculosis* с растительными клетками: дис. ... канд. биол. наук. – Владивосток, 2008. – 166 с.
9. Изменчивость клональной структуры популяции *Yersinia pseudotuberculosis* в разных условиях существования / В.И. Пушкарева, В.В. Величко, Л.В. Солохина, В.Ю. Литвин // Журн. микробиол., эпидемиол. и иммунол. – 2004. – № 4. – С. 31–35.
10. Солохина Л.В., Пушкарева В.И., Литвин В.Ю. Образование покоящихся форм и изменчивость *Yersinia pseudotuberculosis* под действием синезеленых водорослей (цианобактерий) и их экзометаболитов // Журн. микробиол., эпидемиол. и иммунол. – 2001. – № 1. – С. 17–22.
11. Сомов Г.П., Литвин В.Ю. Сапрофитизм и паразитизм патогенных бактерий. Экологические аспекты. – Новосибирск: Наука, 1988. – 208 с.
12. Патоморфологические изменения при экспериментальной токсинемии, вызванной термолабильным токсином *Yersinia pseudotuberculosis* / Л.М. Сомова, Н.Г. Плехова, Е.И. Дробот, Е.П. Недашковская, Н.Ф. Тимченко // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2010. – № 3. – С. 67–72.
13. Соркин Ю.И., Родзиковский А.В. Экология сибиреязвенного микроба в естественных биоценозах почв различных природных зон СССР // Экология возбудителей сапронозов. – М., 1988. – С. 65–79.
14. Тартаковский И.С., Прозоровский С.В. Экология легионелл // Экология возбудителей сапронозов. – М., 1988. – С. 47–52.
15. Тимченко Н.Ф. Патогенетическое значение психрофильности *Yersinia pseudotuberculosis*: дис. ... д-ра мед. наук. – Л., 1989. – 318 с.
16. Токсины *Yersinia pseudotuberculosis* / Н.Ф. Тимченко, Е.П. Недашковская, Л.С. Долматова, Л.М. Сомова-Исачкова. – Владивосток: Приморский полиграфкомбинат, 2004. – 220 с.
17. Persyanova E.V., Kiselev K.V., Bulgakov V.P., Timchenko N.F., Chernoded G.K., Zhuravlev Yu.N. Defense Response Mechanisms of Ginseng Callus Cultures Induced by *Yersinia pseudotuberculosis*, a Human Pathogen // Russian Journal of Plant Physiology. – 2008. Vol. 55, № 5. – P. 834–841.
18. Abramovitch R.B., Anderson J.C., Martin G.B. Bacterial elicitation and evasion of plant innate immunity // Nature reviews. – 2006. – Vol. 7. – P. 601–614.
19. Brenic A., Winans S.C. Detection of and response to signals involved in host-microbe interactions by plant-associated bacteria // Microbiol. Mol. Biol. Rev. – 2005. – Vol. 69. – № 1. – P. 155–194.
20. Bulgakov V.P., Kozyrenko M.M., Fedoreyev S.A. et al. Shikoin production by p-fluorophenylalanine resistant cells of *Lithospermum erythrorhizon* // Fitoterapia. – 2001. – Vol. 72. – № 4. – P. 394–401.
21. Cunnac S., Lindeberg M., Colmer A. *Pseudomonas syringae* type III secretion system effectors: repertoires in search of functions // Curr. Opin. Microbiol. – 2009. – Vol. 12. – № 1. – P. 53–60.
22. Gachomo E.W., Shonukan O.O., Kotchoni S.O. The molecular initiation and subsequent acquisition of disease resistance in plants // African J. Biotechnology. – 2003. – Vol. 2 (2). – P. 26–32.
23. Gomez-Gomez L. Plant perception systems for pathogen recognition and defence // Mol. Immunology. – 2004. – Vol. 41. – P. 1055–1062.
24. Hammond-Kosack K.E. and Jones J. D. G. Resistance gene-dependent plant defense responses // The Plant Cell. – 1996. – Vol. 8. – P. 1773–1791.
25. He S.Y., Nomura K., Whittam Th. S. Type III protein secretion mechanism in mammalian and plant pathogens // Biochem. Biophys. Acta. – 2004. – Vol. 1694. – P. 181–206.
26. Kasprzewska A. Plant chitinases – regulation and function // Cell. Mol. Biol. – 2003. – Vol. 8. – P. 809–824.
27. Klement Z., Bozso Z., Kecskes M. L. et al. Local early induced resistance of plants as the first line of defence against bacteria // Pest. Manag. Sci. – 2003. – Vol. 59 (4). – P. 465–474.
28. Leubner-Metzger G., Meins Jr.F. Functions and regulation of plant β -1,3- glucanases (PR-2) // In : Datta S.K., Muthukrishnan S. (Eds.). Pathogenesis-related proteins in plant. CRC Press, Boca Raton. – 1999. – P. 49–76.
29. Lewis J.D., Lee A., Ma W., Zhou H., Guttman D.S., Desveaux D. The YopJ superfamily in plant-associated bacteria // Mol. Plant. Pathol. – 2011. – Vol. 12. – № 9. – P. 928–937.
30. Orth K., Xu Z., Mudgett M.B., Bao Z.Q. et al. Disruption of signaling by *Yersinia* effector YopJ, a ubiquitin-like protein protease // Science. – 2000. – Vol. 290. – P. 1594–1597.
31. Rahme L.G., Ausubel F.M., Cao H. et al. Plants and animals share functionally common bacterial virulence factors // PNAS. – 2000. – Vol. 97. – № 16. – P. 8815–8821.
32. Saad M., Staehelin Ch., Broughton W.B., Deakin W.J. Protein-protein interactions within type III secretion system-dependent pili of *Rhizobium* sp. strain NGR234 // J. Bacteriology. – 2008. – Vol. 190. – № 2. – P. 750–754.
33. Staskawicz B.J., Mudgett M.B., Dangl J.L., Galan J.E. Common and contrasting themes of plant and animal disease // Science. – 2001. – Vol. 292. – P. 2285–2289.
34. Suzuki H., Xia Y., Cameron R. et al. Signals for local and systemic responses of plants to pathogen attack // J. Experimental Botany. – 2004. – Vol. 55. – № 395. – P. 169–179.
35. Toth I., Pritchard L., Birch P. R. J. Comparative Genomics of plant and animals pathogens // Annu. Rev. Phytopathol. – 2006. – Vol. 44. – P. 305–336.
36. Wey H.L., Colmer A. Multiple lessons from the multiple functions of a regulator of type III secretion system assembly in the plant pathogen *Pseudomonas syringae* // Mol. Microbiol. – 2012. – Vol. 85. – № 2. – P. 195–200.
37. Zhu M., Shao F., Innes R.W. et al. The crystal structure of *Pseudomonas* avirulence protein AvrPphB: a papain-like fold with a distinct substrate-binding site // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 2004. – Vol. 101 (1). – P. 302–307.

References

1. Besednov A.L., Venediktov V.S. *Psihrofil'nost' patogen-nyh mikroorganizmov* [Psychrophilic Pathogenic Bacteria]. Novosibirsk, 1986. pp. 56–57.
2. Denisov K.A., Usenko A.D., Slijar' L.I., Vanhanen V.V., Besedina E.I., Vanhanen V.D., Mel'nik V.A. *Vestnik gigeny i jepidemiologii*. 2000. T. 4, no. 2. pp. 219–223.

3. Elisejkina M.G., Ajzdajcher N.A., Timchenko N.F. *Materialy II Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem* [Materials of II of the All-Russian Research and Practice Conference with International Participation]. Sankt-Peterburg, 2006. pp. 70–72.
4. Zaval'skij L.Ju. *Sorovskij obrazovatel'nyj zhurnal*. 2001. T. 7, no. 9. pp. 23–29.
5. Litvin V.Ju., Gincburg A.L., Pushkareva V.I., Romanova Ju.M., Boev B.V. *Jepidemiologicheskie aspekty jekologii bakterij* [Epidemiological Aspects of Bacterial Ecology]. Moscow: Farmus-Print, 1998. 256 p.
6. Litvin V.Ju. *Zhurnal mikrobiologii, jepidemiologii i immunologii*. 1999. no. 5. pp. 26–33.7.
7. Markova Ju.A., Romanenko A.S., Klimov V.T., Chesnokova M.V. *Zhurnal stress-fiziologii rastenij*. 2006. T. 2, no. 1. pp. 22–27.
8. Persijanova E.V. *Harakteristika vzaimootnoshenij Yersinia pseudotuberculosis s rastitel'nymi kletkami: Dissertacija kandidata biologicheskix nauk* [Characteristics of Yersinia pseudotuberculosis Relationship with Plant Cells: the Dissertation of the candidate biological sciences]. Vladivostok, 2008. 24 p.
9. Pushkareva V.I., Velichko V.V., Solohina L.V., Litvin V.Ju. *Zhurnal mikrobiologii, jepidemiologii i immunologii*. 2004. no. 4. pp. 31–35.
10. Solohina L.V., Pushkareva V.I., Litvin V.Ju. *Zhurnal mikrobiologii, jepidemiologii i immunologii*. 2001. no. 1. pp. 17–22.
11. Somov G.P., Litvin V.Ju. *Saprofitizm i parazitizm patogennyh bakterij. Jekologicheskie aspekty* [Saprofitizm and Parasitism of Pathogenic Bacteria. Ecological Aspects]. Novosibirsk: Nauka, 1988. 208 p.
12. Somova L.M., Plehova N.G., Drobot E.I., Nedashkovskaja E.P., Timchenko N.F. *Tihookeanskij medicinskij zhurnal*. 2010. no. 3. pp. 67–72.
13. Sorkin Ju.I., Rodzikovskij A.V. *Jekologija vzbuditelej sapronozov* [Ecology of Causative Agents of Sapronoses]. Moscow, 1988. pp. 65–79.
14. Tartakovskij I.S., Prozorovskij S.V. *Jekologija vzbuditelej sapronozov* [Ecology of Causative Agents of Sapronoses]. Moscow, 1988. pp. 47–52.
15. Timchenko N.F. *Patogeneticheskoe znachenie psihrofil'nosti Yersinia pseudotuberculosis: Dissertacija doktora medicinskih nauk* [Pathogenetic Importance Psychrophilic Yersinia pseudotuberculosis: The Dissertation of doctor of medical sciences]. Leningrad, 1989. 318 p.
16. Timchenko N.F., Nedashkovskaja E.P., Dolmatova L.S., Somova-Isachkova L.M. *Toksiny Yersinia pseudotuberculosis [Yersinia pseudotuberculosis Toxins]*. Vladivostok: Primorskij poligrafkombinat, 2004. 220 p.
17. Persijanova E.V., Kiselev K.V., Bulgakov V.P., Timchenko N.F., Chernoded G.K., Zhuravlev Ju.N. *Fiziologija rastenij* [Russian Journal of Plant Physiology]. 2008. Tom 55, no. 5. pp. 834–841.
18. Abramovitch R.B., Anderson J.C., Martin G.B. Bacterial elicitation and evasion of plant innate immunity // *Nature reviews*. 2006. Vol. 7. pp. 601–614.
19. Brencic A., Winans S.C. Detection of and response to signals involved in host-microbe interactions by plant-associated bacteria // *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 2005. Vol. 69. no. 1. pp. 155–194.
20. Bulgakov V.P., Kozyrenko M.M., Fedoreyev S.A. et al. Shikonin production by p-fluorophenylalanine resistant cells of *Lithospermum erythrorhizon* // *Fitoterapia*. 2001. Vol. 72. no. 4. pp. 394–401.
21. Cunnae S., Lindeberg M., Colmer A. Pseudomonas syringae type III secretion system effectors: repertoires in search of functions // *Curr. Opin Microbiol.* 2009. Vol. 12. no. 1. pp. 53–60.
22. Gachomo E.W., Shonukan O.O., Kotchoni S.O. The molecular initiation and subsequent acquisition of disease resistance in plants // *African J. Biotechnology*. 2003. Vol. 2 (2). pp. 26–32.
23. Gomez-Gomez L. Plant perception systems for pathogen recognition and defence // *Mol. Immunology*. 2004. Vol. 41. pp. 1055–1062.
24. Hammond-Kosack K.E. and Jones J. D. G. Resistance gene-dependent plant defense responses // *The Plant Cell*. 1996. Vol. 8. pp. 1773–1791.
25. He S.Y., Nomura K., Whittam Th. S. Type III protein secretion mechanism in mammalian and plant pathogens // *Biochem. Biophys. Acta*. 2004. Vol. 1694. pp. 181–206.
26. Kasprzewska A. Plant chitinases – regulation and function // *Cell. Mol. Biol.* 2003. Vol. 8. pp. 809 – 824.
27. Klement Z., Bozso Z., Kecskes M. L. et al. Local early induced resistance of plants as the first line of defence against bacteria // *Pest. Manag. Sci.* 2003. Vol. 59 (4). pp. 465–474.
28. Leubner-Metzger G., Meins Jr.F. Functions and regulation of plant β -1,3- glucanases (PR-2) // In : Datta S.K., Muthukrishnan S. (Eds.). *Pathogenesis-related proteins in plant*. CRC Press, Boca Raton. 1999. P. 49-76.
29. Lewis J.D., Lee A., Ma W., Zhou H., Guttman D.S., Desveaux D. The YopJ superfamily in plant-associated bacteria // *Mol. Plant. Pathol.* 2011., Vol. 12. no. 9. pp. 928–937.
30. Orth K., Xu Z., Mudgett M.B., Bao Z.Q. et al. Disruption of signaling by Yersinia effector YopJ, a ubiquitin-like protein protease // *Science*. 2000. Vol. 290. pp. 1594–1597.
31. Rahme L.G., Ausubel F.M., Cao H. et al. Plants and animals share functionally common bacterial virulence factors // *PNAS*. 2000. Vol. 97. no. 16. pp. 8815–8821.
32. Saad M., Staehelin Ch., Broughton W.B., Deakin W.J. Protein-protein interactions within type III secretion system-dependent pili of *Rhizobium* sp. strain NGR234 // *J. Bacteriology*. 2008. Vol. 190. no. 2. pp. 750–754.
33. Staskawicz B.J., Mudgett M.B., Dangel J.L., Galan J.E. Common and contrasting themes of plant and animal disease // *Science*. 2001. Vol. 292. pp. 2285–2289.
34. Suzuki H., Xia Y., Cameron R. et al. Signals for local and systemic responses of plants to pathogen attack // *J. Experimental Botany*. 2004. Vol. 55. no. 395. pp. 169–179.
35. Toth I., Pritchard L., Birch P.R.J. Comparative Genomics of plant and animals pathogens // *Annu. Rev. Phytopathol.* 2006. Vol. 44. pp. 305–336.
36. Wey H.L., Colmer A. Multiple lessons from the multiple functions of a regulator of type III secretion system assembly in the plant pathogen *Pseudomonas syringae* // *Mol. Microbiol.* 2012. Vol. 85. no. 2. pp. 195–200.
37. Zhu M., Shao F., Innes R.W. et al. The crystal structure of *Pseudomonas* avirulence protein AvrPphB: a papain-like fold with a distinct substrate-binding site // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2004. Vol. 101 (1). pp. 302–307.

Рецензенты:

Туркутюков В.Б., д.м.н., профессор, зав. кафедрой эпидемиологии и военной эпидемиологии, ГБОУ ВПО «Тихоокеанский государственный медицинский университет», г. Владивосток.

Бузолева Л.С., д.б.н., профессор кафедры биохимии, микробиологии и биотехнологии, ФГАОУ ВПО ДВФУ, г. Владивосток.

Работа поступила в редакцию 17.05.2013.

УДК 583.757.2

EUPHORBIA FISCHERIANA STEUDEL В ВОСТОЧНОМ ЗАБАЙКАЛЬЕ

Чудновская Г.В.

ГОУ ВПО «Иркутская государственная сельскохозяйственная академия»,
Иркутск, e-mail: g.chudnowskaya2011@yandex.ru

Дана оценка продуктивности массивов *Euphorbia fischeriana* Steudel в различных фитоценозах и определены факторы, влияющие на ее урожайность в Восточном Забайкалье. Сроки формирования одной из генеративных особей зависят от действия температурного фактора. Наибольшее число отмечено в тонконогово-ковыльно-костречовой, стоповидноосоково-гмелинопопынной и разнотравно-стоповидноосоковой ассоциациях. Фитоценотическая приуроченность и закономерности распространения связаны с природой вида. На большинстве обследованных массивах его обилие составляло 1–5%, плотность вида в среднем 0,62 особи на 1 м². Для развития необходимо большое количество почвенной влаги, которой в его местобитаниях недостаточно, кроме того, данный вид не выносит затенения. В ценопопуляциях преобладают особи молодого и средневозрастного генеративного состояния. Урожайность корней, прежде всего, зависит от возраста растений. В Восточном Забайкалье *E. fischeriana* имеет значительные ресурсы. Ежегодный объем заготовок может составить 7,37 тонн.

Ключевые слова: *Euphorbia fischeriana* Steudel, продуктивность, урожайность, запас, фитопопуляция

EUPHORBIA FISCHERIANA STEUDEL IN EAST TRANSBAIKALIA

Chudnovskaya G.V.

Irkutsk state agricultural Academy, Irkutsk, e-mail: g.chudnowskaya2011@yandex.ru

The estimation of productivity of the arrays *Euphorbia fischeriana* Steudel in various phytocoenoses and identified the factors that affect its yield in the Eastern Transbaikalia. Terms of formation of one of generative individuals depend on the action of the temperature factor. Community with his participation belong to the sub-species of meadow steppes of mixed type. Included in the steppe meadow grass associations. Confinement and patterns of distribution are connected with the nature of the species. In most of the surveyed arrays its abundance was 1–5%, the density of the species in the average of 0,62 individuals per 1 m². Is necessary for the development of a large number of soil moisture, which in its habitats is not enough, in addition, the species is not withstand shade. In populations is dominated by individual young and средневозрастного generative status. Yield of roots, first of all, depends on the age of the plants. In East Transbaikalia *E. fischeriana* has significant resources. The annual harvesting volume may amount to 7,37 tons.

Keywords: *Euphorbia fischeriana* Steudel, productivity, productivity, margin, fitopopulation

Euphorbia fischeriana Steudel – многолетнее травянистое растение семейства молочайных (Euphorbiaceae), является третичным реликтом. Горно-степной, манчжуро-даурский гемизндемичный вид. Распространен в степной и лесостепной частях Забайкальского края, за пределами России вид произрастает в Монголии, Китае и Северной Корее.

Цель исследований: оценка продуктивности массивов *E. fischeriana* в различных фитоценозах и определение важнейших экологических факторов, влияющих на урожайность этого вида.

Материалы и методы исследования

Исследования вели на территории Восточного Забайкалья по долине реки Шилка с 1991 года в степных Шилкинском и Нерчинском и лесостепном Чернышевском административных районах.

Площадь зарослей оценивали путем картирования или подсчета занятой видом площади, на пробных площадках, трансектах и маршрутах. Изучение запасов проводили методом работы на ключевых участках с последующей экстраполяцией данных на все потенциально продуктивные угодья. Урожайность сырья определяли на конкретных участках методом модельных экземпляров.

Возрастную структуру ценопопуляций изучали общепринятыми методами [2]. Возраст растений

определяли морфологически. Полученные материалы обрабатывали статистически с применением методов корреляционного и регрессивного анализов.

Результаты исследования и их обсуждение

Сообщества с участием *E. fischeriana* отличаются высоким видовым разнообразием и принадлежат к подвидам луговых степей смешанного типа.

Формирование одной генеративной особи в среднем происходит в течение 2–2,5 месяцев [1]. Развитие вида в разные годы наблюдений происходило по-разному. В годы с более ранним наступлением благоприятных для развития вида условий (1994, 1998, 2005 гг.) вегетация начиналась на 15–20 дней раньше средних сроков, это отмечено и другими исследователями [3]. Смещение фаз во времени зависит от действия температурного фактора: чем раньше происходит переход среднесуточной температуры воздуха через 0°C, тем раньше растения выходят из состояния покоя.

В целом вегетация *E. fischeriana* начинается в конце предвесенне – начале ранневесенней фаз сезонного развития сообщества. Цветение происходит в конце апреля-мае.

Весь период вегетации вида длится около трех месяцев. К концу июля данный вид завершает цикл сезонного развития. Все это указывает на то, что он является ранневесеннецветущим.

Светолюбив, растет по южным и юго-западным каменистым и щебнистым склонам и в степях, на горных каштановых бескарбонатных маломощных почвах. Входит в состав остепненно-лугово-разнотравных ассоциаций с участием *Filifolium sibiricus* (L.) Kitam., которые встречаются на южных склонах сопок в нижней и средней их третях и приурочены к пойменным террасам вдоль рек Онон, Унда, Ага, Шилка, Газимур, Урулунгуй [6, 7].

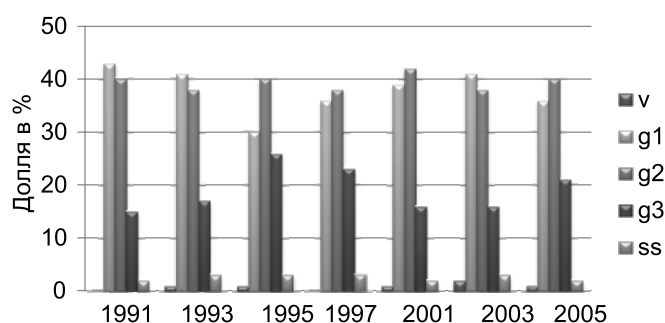
Наибольшее число отмечено в тонконогово-ковыльно-кострецовой, стоповидноосоково-гмелинопопынной и разнотравно-стоповидноосоковой ассоциациях. Фитоценотическая приуроченность и закономерности распространения *E. fischeriana* связаны с природой вида, а так как он имеет глубоко проникающую клубне-стержневую корневую систему и по экологической природе является ксеропетрофитом, то его адаптивные возможности можно оценить как высокие.

E. fischeriana ввиду своих эколого-биологических особенностей в растительных сообществах никогда не бывает эдифика-

тором или субдоминантом, обилие его незначительно, не образует значительных зарослей как по площади, так и по обилию особей. На большинстве обследованных нами массивах оно составляло 1–5 %. Лишь по распадкам он иногда образуется значительные скопления – до 20 % проективного покрытия (левый берег р. Шилка на границе Шилкинского и Нерчинского административных районов). По результатам наших исследований, плотность вида составляет в среднем 0,62 особи на 1 м².

Отдельные особи произрастают на значительном расстоянии друг от друга (от 0,5 м и более). Связано это, на наш взгляд, с тем, что для его развития необходимо большое количество почвенной влаги, которой в его местообитаниях недостаточно, кроме того, данный вид не выносит затенения. То есть наблюдается взаимовлияние растений друг на друга.

При изучении возрастной структуры ценопопуляций установлено преобладание особей молодого и средневозрастного генеративного состояния, что связано с большой продолжительностью жизни *E. fischeriana*. Растения первого года жизни отмечаются редко, причем с середины мая до конца июня, а далее они выпадают из травостоя (рисунок).



Возрастные спектры *E. fischeriana* в Восточном Забайкалье

Урожайность корней, прежде всего, зависит от возраста растений (табл. 1).

Таблица 1

Зависимость фитомассы корней *E. fischeriana* от их возраста в Восточном Забайкалье

Возрастное состояние	Вес корней, г							
	1–49	50–99	100–149	150–199	200–249	250–299	300–349	400–450
v ₁	6	5	2	1	0	0	0	0
v ₂	15	12	7	2	1	0	0	0
g ₁	20	25	23	14	9	8	2	0
g ₂	7	18	41	31	14	13	7	1
g ₃	0	3	5	13	11	7	4	4
ss	0	0	3	5	5	2	0	0
Всего	48	63	81	66	40	30	13	5
$r = 0,48$	$m_r = 0,04$			$t_r = 12,00$			$R_{xy} = 0,32$	

E. fischeriana – растение народной медицины, хотя активно заготавливается в качестве экспортного сырья. Копку корней ведут в период увядания надземных органов. Внесен в «Красную книгу Забайкальского края» как уязвимый вид с ценными лекарственными свойствами.

В 80-х годах прошлого века З.В. Тармаева [4, 7], Н.В. Белова [5], З.В. Тармаева, Н.А. Борисова [6] изучали биологию вида в связи с определением его запасов на территории Восточного Забайкалья. Е.П. Якимова, И.Э. Илли [9]; Е.П. Якимова, Н.Н. Павлова

[10] исследовали водный режим и семенную продуктивность *E. fischeriana* с целью определение механизмов его адаптации. В настоящее время актуальным является исследование биологии и экологии вида с целью комплексной оценки современного состояния его ресурсов.

Средняя урожайность корней довольно высокая. Возраст растений имеет непосредственное влияние на варьирование показателей веса сырья, а также значительные коэффициенты изменчивости (С) и ассиметрии (As) (табл. 2).

Таблица 2

Урожайность корней *E. fischeriana* в Восточном Забайкалье, г/м²

n	Lim	M ± m	δ	C	t	As
168	7–512	92 ± 8,79	113,99	123,90	10,47	1,37

Основные массивы, имеющие производственное значение, выявлены на терри-

тории Нерчинского и Шилкинского районов по левому берегу р. Шилка (табл. 3).

Таблица 3

Площадь, занятая массивами *E. fischeriana* в Восточном Забайкалье, га

Показатели площади	Распределение по процентам занятости, %			Итого
	1–9	10–19	20–39	
Общая	10884	1125	30	12039
Фактическая	154	200	9	363
Производственная	0	200	9	209

Данных по периоду восстановления вида после заготовок нет, но если принять за основу требования к расчету возможного ежегодного сбора для других

видов, сырьем которых являются корни, то ежегодно можно заготавливать 1/21 часть производственного запаса [8] (табл. 4).

Таблица 4

Ресурсы корней *E. fischeriana* в Восточном Забайкалье, т

Показатели	Распределение по процентам занятости, %			Итого
	1–9	10–19	20–39	
Биологический запас	113,96	148,00	6,66	268,62
Производственный запас	0,00	148,00	6,66	154,66
Ежегодный возможный сбор	0,00	7,05	0,32	7,37

Заключение

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что в Восточном Забайкалье *E. fischeriana* имеет значительные ресурсы, но заготовки можно вести только при строгом соблюдении правил сбора, под контролем природоохранных организаций, не превышая допустимых объемов и строго по лицензиям.

Список литературы

1. Дулепова Б.И. Степи горной лесостепи Даурии и их динамика. – Чита: Изд-во ЧГПУ, 1993. – 395 с.

2. Злобин Ю.А. Принципы и методы изучения ценологических популяций растений. – Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1989. – 147 с.

3. Комиссарова С.С. Растительные сообщества с молочаем Фишера (*Euphorbia fischerana* Steud.) на территории Восточного Забайкалья // Вестник Воронежского гос. университета. Сер. География, Геоэкология. – Воронеж: Воронежский гос. ун-т, 2010. – № 2. – С. 54–56.

4. Тармаева З.В. Компоненты корней *Euphorbia fischeriana* Steud. // Химия природных соединений. – 1980. – № 6. – С. 855–858.

5. Тармаева З.В., Белова Н.В. Терпеноиды корней *Euphorbia pallasii* Turcz. // Исследования по изысканию лекарственных средств природного происхождения : тезисы докл. Всесоюз. научн. конф., Ленинград, 17–18 сентября 1981 г. – Л.: Медицина, 1981. – С. 16.

6. Тармаева З.В., Борисова Н.А. Ареал ценокомплекса молочая Палласа в Юго-Восточном Забайкалье // Растительные ресурсы. – 1981. – Т. 17. – Вып. 1. – С. 50–55.

7. Тармаева З.В. Определение биомассы молочая Фишера (*Euphorbia fischerana* Steud.) по морфологическим показателям надземных органов // Растительные ресурсы Забайкалья и их использование : Сб. статей. – Улан-Удэ: БФ СО АН СССР, 1987. – С. 83–89.

8. Чудновская Г.В., Новак Л.Б. Ресурсы лекарственного сырья молочая Палласа // Информационный листок № 328 / ЦНТИ. – Иркутск, 1995. – 2 с.

9. Якимова Е.П., Илли И.Э. Семенная продуктивность некоторых эндемичных растений Восточного Забайкалья // Опер. информ. Материалы СИФИБР СО АН СССР. – Иркутск: СИФИБР, 1987. – С. 24–27.

10. Якимова Е.П., Павлова Н.Е. О водном режиме степных растений Забайкалья в связи с их происхождением, биоморфологическими и эколого-физиологическими особенностями // Ботанический журнал. – 1989. – № 12. – С. 1774–1779.

References

1. Dulepova B.I. *Stepi gornoy lesostepi Daurii i ih dinamika*. Chita, ChGPU, 1993. 395 p.

2. Zlobin Yu.A. *Printsipy i metody izucheniya tsenoticheskih populyatsiy rasteniy*. Kazan: Kazanskogo university, 1989. 147 p.

3. Komissarova S.S. *Rastitelnye soobshchestva s molochaem Fishera (Euphorbia fischerana Steud.) na territorii Vostochnogo Zabaykalya – Vestnik Voronezhskogo gos. universiteta. Ser. Geografiya, Geoekologiya*. – Voronezh, Voronezhskiy university, 2010, no. 2, pp. 54–56.

4. Tarmaeva Z.V. *Komponenty korney Euphorbia Fischerana Steud. – Himiya prirodnih soedineniy*, 1980, no. 6, pp. 855–858.

5. Tarmaeva Z.V., Belova N.V. *Terpenoidy korney Euphorbia Pallasii Turcz. – Vsesoyuznaya nauchnaya konferenciya «issledovaniya po izyskaniyu lekarstvennykh sredstv prirodnogo proishozhdeniya»* (All-Union scientific conference «Research

on research of medicines of natural origin»). Leningrad, 1981, pp. 16.

6. Tarmaeva Z.V., Borisova N.A. *Areal tsenokompleksa molochaya Pallas v Yugo-Vostochnom Zabaykale – Rastitelnye resursy*, 1981, Vol. 17, no. 1, pp. 50–55.

7. Tarmaeva Z.V. *Opredelenie biomassy molochaya Fishera (Euphorbia fischerana Steud.) po morfologicheskim pokazatelyam nadzemnykh organov* [White Book in Rastitelnye resursy Zabaykalya i ih ispolzovanie]. Ulan-Ude, 1987, pp. 83–89.

8. Chudnovskaya G.V., Novak L.B. *Resursy lekarstvennogo syrnya molochaya Pallas – Informatsionnyy listok TsNTI*, No. 328, Irkutsk, 1995, 2 p.

9. Yakimova E.P., Illi I.E. *Semennaya produktivnost nekotorykh endemichnykh rasteniy Vostochnogo Zabaykalya* [White Book in Operative information Materialy SIFIBR SO AN SSSR]. – Irkutsk, 1987, pp. 24–27.

10. Yakimova E.P., Pavlova N.E. *O vodnom rezhime stepnykh rasteniy Zabaykalya v svyazi s ih proishozhdeniem, biomorfologicheskimi i ekologo-fiziologicheskimi osobennostyami – Botanicheskiy zhurnal*, 1989, no. 12, pp. 1774–1779.

Рецензенты:

Саловаров В.О., д.б.н., декан факультета охотоведения, профессор кафедры прикладной экологии и туризма Иркутской государственной сельскохозяйственной академии (Министерство сельского хозяйства), Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный;

Моложников В.Н., д.б.н., профессор кафедры прикладной экологии и туризма Иркутской государственной сельскохозяйственной академии (Министерство сельского хозяйства), Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный.

Работа поступила в редакцию 03.06.2013.

УДК 616.34-002-022.7:576.851.48]:612.111:546.57-022.532-074

ИЗМЕНЕНИЕ АДГЕЗИВНОЙ АКТИВНОСТИ *ESCHERICHIA COLI* И *PSEUDOMONAS AERUGINOSA* ПОД ВЛИЯНИЕМ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА

Шуб Г.М., Шаповал О.Г., Вельмакин С.Е., Сакулина Л.Б.

ГБОУ ВПО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского
Минздрава России», Саратов, e-mail: ogshapoval@gmail.com

Возможность местного использования наночастиц различных металлов, включая серебро, как анти-микробных факторов предусматривает их способность воздействовать на первый этап развития инфекции – процесс адгезии. Проведена оценка влияния наночастиц серебра на адгезивную активность 5 штаммов *Pseudomonas aeruginosa* и 4 штаммов *Escherichia coli*. Предварительно методом двукратных серийных разведений в мясопептонном бульоне определена минимальная задерживающая концентрация (МЗК) наночастиц и антибиотика гентамицина как препарата сравнения. Адгезивную активность изучали по способности суточных чистых культур прикрепляться к эритроцитам человека 0(1) Rh(+) после культивирования в мясопептонном бульоне, содержащем субингибирующие концентрации ($\frac{1}{4}$ МЗК) гентамицина и наночастиц. Установлено, что опытные концентрации наночастиц серебра и гентамицина угнетают адгезию штаммов обоих видов. У большинства штаммов ее снижение в присутствии наночастиц было более существенно по сравнению с гентамицином.

Ключевые слова: наночастицы серебра, адгезия, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*

CHANGING OF ADHESIVE ACTIVITY OF *ESCHERICHIA COLI* AND *PSEUDOMONAS AERUGINOSA* UNDER THE INFLUENCE OF SILVER NANOPARTICLES

Shub G.M., Shapoval O.G., Velmakin S.E., Sakulina L.B.

Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Saratov, e-mail: ogshapoval@gmail.com

Possibility of application of different metal nanoparticles as antimicrobial agents including silver nanoparticles provides their ability to affect adhesive process as a first stage of infection development. Influence of silver nanoparticles on adhesion of *Escherichia coli* (four strains) and *Pseudomonas aeruginosa* (five strains) was investigated. Minimum inhibitory concentrations (MIC) of the silver nanoparticles and antibiotic gentamycin as drug of comparison were determined using serial two-fold dilution method. After cultivation in meat-pepton broth containing subinhibitory concentrations ($\frac{1}{4}$ MIC) of gentamycin and the nanoparticles the adhesive activity of overnight pure cultures was estimated by an average index of adhesion on human erythrocytes 0(1) Rh(+). The study observed that the experimental concentrations of the silver nanoparticles and gentamycin inhibit adhesion of the strains of both species. In the presence of the nanoparticles inhibitor of adhesive activity of the majority of the strains was more significantly in comparison with gentamycin.

Keywords: silver nanoparticles, adhesion, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*

Антимикробная активность наночастиц различных металлов, в том числе серебра, в настоящее время широко изучается и достаточно высока в отношении различных видов микроорганизмов. Одним из направлений практического использования наночастиц серебра является местное применение, в том числе в лечении и профилактике гнойной инфекции. К числу основных возбудителей последней относится *Pseudomonas aeruginosa*, которая имеет особое значение при внутрибольничных инфекциях благодаря широкому распространению в окружающей среде и способности быстро колонизировать ее объекты с формированием биопленок, а также *Escherichia coli*. Данные виды относятся к грамотрицательным бактериям, имеющим в клеточной стенке липополисахаридный компонент, затрудняющий проникновение в клетку ряда веществ, в том числе некоторых антибиотиков [2, 5]. К тому же псевдомонады обладают природной устойчивостью ко многим липофиль-

ным антибиотикам (тетрациклинам, хлорамфениколу, ряду фторированных хинолонов) и способны образовывать внеклеточную слизь, которая может служить дополнительным механизмом переживания воздействия неблагоприятных факторов, среди которых нельзя исключить и наночастицы серебра [2]. В формировании биопленки как в условиях макроорганизма, так и вне его одним из стартовых механизмов является адгезия, поэтому возможность прерывания или замедления развития этого процесса под воздействием наночастиц серебра имеет теоретическое и практическое значение.

Целью нашего исследования послужила оценка влияния наночастиц серебра на адгезивную активность штаммов *P. aeruginosa* и *E. coli*.

Материал и методы исследования

В работе использованы 9 штаммов – один стандартный штамм (*P. aeruginosa* ATCC 27853) и по 4 клинических штамма каждого вида, выделенных от больных с гнойной инфекцией мягких тканей. Коллоидный

раствор наночастиц серебра кубической формы с размером граней 20 нм любезно предоставлен Институтом биохимии и физиологии растений и микроорганизмов Российской Академии наук. Предварительно у опытных штаммов методом двукратных серийных разведений в мясопептонном бульоне определяли минимальную задерживающую концентрацию (МЗК) наночастиц серебра и аминокгликозида гентамицина как препарата сравнения [4]. Суточные чистые культуры штаммов в течение суток инкубировали в мясопептонном бульоне, содержащем субингибирующие концентрации (1/4 МЗК) наночастиц и антибиотика, используя также посе́вы без обоих веществ в качестве контроля. Микробная нагрузка составила $2 \cdot 10^5$ микробных тел/мл по стандарту мутности McFarland. Адгезивную активность изучали экспресс-методом, предложенным В.И. Брилис и соавторами, на свежих эритроцитах O(I) Rh(+) [3]. Для этого эритроциты трижды отмывали 0,1 М раствором фосфатного буфера путем центрифугирования и готовили взвесь эритроцитов концентрацией 10^8 клеток/мл. На чистом обезжиренном предметном стекле суспензировали по одной бактериологической петле бульонной культуры каждого штамма и одной капле взвеси эритроцитов. После 30 минут инкубации при 37°C во влажной камере предметные стекла высушивали и фиксировали жаром, после чего окрашивали водным фуксином. Адгезивную активность каждой опытной культуры оценивали при иммерсионной микроскопии, подсчитывая количество бактериальных клеток, прикрепившихся к 5 эритроцитам в каждом из пяти просмотренных полей зрения, и рассчитывая средний показатель адгезии (СПА) как среднюю арифметическую. Микроорганизмы при СПА 1,01–2,0 считали низкоадгезивными, 2,01–4,0 – среднеадгезивными, более 4,0 – высокоадгезивными. Статистическую обработку проводили согласно методике оценки существенности различий между найденными в опыте средними величинами, то есть СПА [1].

Результаты исследования и их обсуждение

Все взятые в опыт культуры были чувствительны к гентамицину согласно полученным значениям МЗК 0,125–8 мкг/мл [4]. МЗК наночастиц серебра для всех штаммов *E.coli* составила 5 мкг/мл, для штамма *P.aeruginosa* ATCC 27853 – 80, клинических штаммов *P. aeruginosa* № 2, 4 – 5 мкг/мл, № 3 – 20 мкг/мл.

Все штаммы *E.coli* обладали высокой адгезивной активностью: СПА 5,04 – 7, 4 штамма *P.aeruginosa* (стандартный, № 2, 3, 4) – средней (СПА 2,32 – 3,64) и один штамм (№ 1) – высокой (СПА 5,95) адгезивной активностью (таблица). После культивирования в субингибирующих концентрациях гентамицина адгезивная активность согласно значениям СПА существенно снизилась по сравнению с контролем у 2 штаммов *P.aeruginosa* (№ 1 – СПА $3,08 \pm 1,19$ и № 4 – СПА $1,32 \pm 0,46$), у стандартного штамма умеренно возросла (СПА $4,6 \pm 0,49$), у штаммов № 2, 3 ее достоверного изменения не произошло. Культивирование в данных условиях также привело к снижению адгезивной активности по сравнению с контролем у всех штаммов *E.coli* (СПА штамма № 1 – $2 \pm 0,8$, № 2 – $1,96 \pm 0,77$, № 3 – $1,56 \pm 0,63$, № 4 – $1,24 \pm 0,42$ при соответствующих контрольных значениях $5,04 \pm 1,14$, $6,88 \pm 0,81$, $7 \pm 0,93$ и $5,84 \pm 1,04$).

СПА штаммов *P.aeruginosa* и *E.coli*

Штаммы	Значения СПА в зависимости от условий культивирования		
	Контроль	1/4 МЗК гентамицина	1/4 МЗК наночастиц серебра
<i>P.aeruginosa</i> ATCC 27853	$3,64 \pm 1,09$	$4,6 \pm 0,49$	$2,92 \pm 0,89$
<i>P. aeruginosa</i> № 1	$5,95 \pm 1,21$	$3,08 \pm 1,19$	$1,8 \pm 0,63$
<i>P. aeruginosa</i> № 2	$2,32 \pm 0,73$	$2,84 \pm 0,92$	$1,16 \pm 0,37$
<i>P.aeruginosa</i> № 3	$3,28 \pm 1,11$	$3,28 \pm 0,6$	$2,4 \pm 0,8$
<i>P.aeruginosa</i> № 4	$2,92 \pm 0,56$	$1,32 \pm 0,46^*$	$1,21 \pm 0,41^*$
<i>E.coli</i> № 1	$5,04 \pm 1,14$	$2 \pm 0,8$	$1,56 \pm 0,63$
<i>E.coli</i> № 2	$6,88 \pm 0,81$	$1,96 \pm 0,77$	$1,4 \pm 0,48$
<i>E.coli</i> № 3	$7 \pm 0,93$	$1,56 \pm 0,63^*$	$1,44 \pm 0,49^*$
<i>E.coli</i> № 4	$5,84 \pm 1,04$	$1,24 \pm 0,42^*$	$1,36 \pm 0,55^*$

Примечание. * – недостоверные различия между значениями СПА после культивирования в 1/4 МЗК гентамицина и 1/4 МЗК наночастиц.

После культивирования в субингибирующих концентрациях наночастиц у всех штаммов обоих видов отмечалось существенное по сравнению с контролем снижение СПА. При этом значения СПА 4 штаммов *P.aeruginosa* и 2 штаммов *E.coli*, культивированных в субингибирующих концентрациях наночастиц, были

достоверно ниже, чем в условиях культивирования в субингибирующих концентрациях гентамицина: СПА штаммов псевдомонад – *P.aeruginosa* ATCC 27853, № 1, 2 и 3, *E.coli* № 1, 2 после культивирования в 1/4 МЗК гентамицина – $4,6 \pm 0,49$, $3,08 \pm 1,19$, $2,84 \pm 0,92$ и $3,28 \pm 0,6$, $2 \pm 0,8$, $1,96 \pm 0,77$, в то время как после культиви-

рования в 1/4 МЗК наночастиц – $2,92 \pm 0,89$, $1,8 \pm 0,63$, $1,16 \pm 0,37$ и $2,4 \pm 0,8$, $1,56 \pm 0,63$, $1,4 \pm 0,48$ соответственно.

Таким образом, наночастицы серебра в субингибирующих концентрациях угнетают адгезивную активность опытных штаммов *P.aeruginosa* и *E.coli* как представителей грамотрицательных бактерий, независимо от липидной составляющей их клеточной стенки и наличия внеклеточной слизи у псевдомонад. Известно, что через клеточную стенку грамотрицательных бактерий транспорт водорастворимых антибиотиков осуществляется через пориновые каналы липополисахаридного слоя, диаметр которых составляет 2 нм [5]. При этом для аминогликозидов характерно самопрототирующее действие в процессе проникновения в клетку (благодаря поликатионной химической структуре они связываются с анионами липополисахарида и вызывают в нем конформационные изменения, повышая проницаемость липополисахаридного слоя) [2, 8]. Подобный механизм проникновения может способствовать и проникновению наночастиц серебра с размерами большими, чем пориновые каналы. Механизм действия наночастиц серебра на грамотрицательные бактерии обусловлен, во-первых, взаимодействием их с внешней мембраной, которое приводит к формированию так называемых воронок, в месте которых повышается ее проницаемость, а во-вторых, с индукцией свободно-радикального повреждения мембран [6, 9, 10]. Адгезия грамотрицательных бактерий, в том числе *P.aeruginosa*, происходит к поверхности эукариотических клеток за счет пилей, кончики которых контактируют со специальными участками клеточной мембраны, проходя через них как через воротничок для закрепления на внутренней стороне [7]. Очевидно, что действие наночастиц серебра и гентамицина имеет общий результат – деструкцию цитоплазматической мембраны, а, как следствие, цитоллиз клеток и повреждение фимбриальных адгезинов – выростов цитоплазмы бактериальной клетки. Благодаря этому они не уступают друг другу по способности нарушать адгезивную активность опытных штаммов.

Выводы

Субингибирующие концентрации наночастиц серебра (1/4 МЗК) угнетают адгезивную активность опытных штаммов *P.aeruginosa* и *E.coli*, не уступая подобному эффекту гентамицина и даже превосходя его для большинства опытных штаммов. Это делает перспективным применение препаратов наночастиц не только для местного лечения инфекций, вызываемых данными видами бактерий, но и профилактики их возникновения.

Список литературы

1. Ашмарин И.П., Воробьев А.А. Статистические методы в микробиологических исследованиях. – Л.: Медгиз, 1962. – 180 с.

2. Госпитальные инфекции, вызванные *Pseudomonas aeruginosa*. Распространение и клиническое значение антибиотикорезистентности / С.В. Сидоренко, С.П. Резван, Г.А. Стерхова, С.А. Грудина // Антибиотики и химиотерапия. – 1999. – № 3. – С. 25–34.

3. Методика изучения адгезивного процесса микроорганизмов / В.И. Брилис, Т.А. Брилене, Х.П. Ленцнер, А.А. Ленцнер // Лабораторное дело. – 1986. – № 4. – С. 210–212.

4. Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам // МУК 4.2.1890-04. – М.: Издательский отдел Федерального центра Госсанэпиднадзора Минздрава РФ, 2004. 91 с.

5. Франклин Т., Сноу Дж. Биохимия антимикробного действия. – М.: Мир, 1984. – 240 с.

6. Antimicrobial effects of silver nanoparticles / J.S. Kim DVM, Ph. Da, E.Kuk MSb et al. // Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine. – 2007. – Vol. 3. – Is. 1. – P. 95–101.

7. Nanoscale characterization and determination of adhesion forces of *Pseudomonas aeruginosa* pili by using atomic force microscopy / Ah. Touhami, M.H. Jericho, Jessica M. Boyd, T.J. Beveridge // Journal of bacteriology. – 2006. – Vol. 188. – № 2. – P. 370–377.

8. Peterson A.A., Hancock R.E., McGroarty E.J. Binding of polycationic antibiotics and polyamines to lipopolysaccharides of *Pseudomonas aeruginosa* // Journal of Bacteriology. – 1985. – Vol. 164. – № 3. – P. 1256–1261.

9. Sonidi I, Salopek-Sonidi B. Silver nanoparticles as antimicrobial agent: a case study on *E. coli* as a model for gram-negative bacteria // Journal of colloid and interface science. – 2004. – Vol. 275. – № 1. – P. 177–182.

10. The study of antimicrobial activity and preservative effects of nanosilver ingredient / K. Cho, J. Park, T. Osaka, S. Park // Electrochimica acta. – 2005. – № 51. – P. 956–960.

References

1. Ashmarin I.P., Vorobev A.A. *Statisticheskie metody v mikrobiologicheskikh issledovaniyakh* (Statistical technology in microbiological researches). Leningrad: Medgiz, 1962. 180p.

2. Sidorenko S.V., Rezvan S.P., Sterhova G.A., Grudina S.A. *Antibiotiki i himioterapiya*, 1999, no.3, pp. 25–34.

3. Brilis V.I., Brilene T.A., Lencner H.P., Lencner A.A. *Laboratornoe delo*, 1986, no.4, pp. 210–212.

4. Opredelenie chuvstvitelnosti mikroorganizmov k antibakterialnym preparatam (Testing of sensitivity of microorganisms to antimicrobial drugs). Metodicheskoe ukazanie 4.2.1890-04. M.: Izdatelskij otдел Federalnogo centra Gossanepidnadzora Minzdrava RF, 2004. 91p.

5. Franklin T., Snou Dzh. *Biohimija antimikrobnogo dejstva* (Biochemistry of antimicrobial action). M.: Mir, 1984. 240 p.

6. Antimicrobial effects of silver nanoparticles / J.S. Kim DVM, Ph. Da, E.Kuk MSb et al. // Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine. 2007. Vol.3. Is. 1. pp. 95–101.

7. Nanoscale characterization and determination of adhesion forces of *Pseudomonas aeruginosa* pili by using atomic force microscopy / Ah. Touhami, M.H. Jericho, Jessica M. Boyd, T.J. Beveridge // Journal of bacteriology. 2006. Vol. 188. no. 2. pp. 370–377.

8. Peterson A.A., Hancock R.E., McGroarty E.J. Binding of polycationic antibiotics and polyamines to lipopolysaccharides of *Pseudomonas aeruginosa* // Journal of Bacteriology. 1985. Vol. 164. no. 3. pp. 1256–1261.

9. Sonidi I, Salopek-Sonidi B. Silver nanoparticles as antimicrobial agent: a case study on *E. coli* as a model for gram-negative bacteria // Journal of colloid and interface science. 2004. Vol. 275. no. 1. P. 177–182.

10. The study of antimicrobial activity and preservative effects of nanosilver ingredient / K. Cho, J. Park, T. Osaka, S. Park // Electrochimica acta. 2005. no. 51. pp. 956–960.

Рецензенты:

Щербаков А.А., д.б.н., профессор кафедры микробиологии, вирусологии и иммунологии, «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова», г. Саратов;

Тихомирова Е.И., д.б.н., профессор, заведующая кафедрой экологии ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов.

Работа поступила в редакцию 22.05.2013.

УДК 581.5:582.998.1

АККУМУЛЯЦИЯ ЖЕЛЕЗА, МАРГАНЦА И НИКЕЛЯ В ПОДЗЕМНЫХ И НАДЗЕМНЫХ ОРГАНАХ *INULA HELENIUM* L. В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО УРАЛА

Янтурин И.Ш., Аминева А.А.

Сибайский институт (филиал) ФГОУ ВПО «Башкирский государственный университет»,
Сибай, e-mail: janturin1985@mail.ru

Почвы Южного Урала характеризуются высоким содержанием металлов в силу того, что здесь природные и техногенные загрязнения, накладываясь друг на друга, обостряют экологическую ситуацию. Содержание железа в почвах зависит от многих факторов, но основным условием для региона является обеспеченность почв водой. Максимальное количество элемента обнаружено в ценопопуляции, находящийся на сыром лугу. Здесь его содержание превышает норму в 4 раза. Распределение железа по органам показало барьерную роль подземных органов, концентрирующих в себе основную часть металла. По содержанию марганца в почвах территории Южного Урала можно разделить на две части: Предуралье, характеризуется нормальным и избыточным содержанием элемента, Зауралье – его дефицитом. Марганец в организм растения поступает в основном фолитарным путем. Коэффициент биологического накопления показал, что *Inula helenium* L. относится к растениям слабого захвата железа и марганца. Содержание никеля в почвах находится в пределах ПДК, его больше в почвах Предуралья, чем в Зауралье. Никель и железо поступают через листья при наличии рядом транспортных путей. В Зауралье, где соединение никеля в почвах низкое, *I. helenium* L. выступает как концентратор элемента. В Предуралье с повышенным содержанием металла в почвах растение не накапливает элемент в своем организме.

Ключевые слова: тяжелые металлы, коэффициент биологического накопления, предельно допустимая концентрация, железо, марганец, никель, отношение Fe/Mn

ACCUMULATION OF IRON, MANGANESE AND NICKEL IN UNDERGROUND AND ABOVEGROUND ORGANS *INULA HELENIUM* L. IN THE CONDITIONS OF SOUTHERN URAL

Yanturin I.S., Amineva A.A.

Sibay Institute (branch) of FGOU VPO «Bashkir State University», Sibai, e-mail: janturin1985@mail.ru

The Soil Of The Southern Urals are characterized by a high content of metals due to the fact that here the natural and technogenic pollution, superimposed on each other, exacerbating the ecological situation. The content of iron in soils depends on many factors, but the main condition for the region is the availability of soil water. The maximum number of elements found in coenopopulations, located in a wet meadow. Here its content exceeds norm by 4 times. Distribution of iron in the bodies showed a barrier role of underground organs which concentrating in itself the basic part of metal. The content of manganese in the soils of the area of the Southern Urals can be divided into two parts: the Urals, is characterized by normal and excessive content of the element, in Trans-Urals – the shortage. Manganese in organism of plants comes mainly foliarly. Coefficient of biological accumulation showed that *I. helenium* L. refers to the plants of low capture of iron and manganese. The Nickel content in soils is within the maximum allowable concentration, the more of it in the soils of the Urals, than in the Trans-Urals. Nickel and iron are delivered through the leaves in the presence nearby transport ways. In Trans-Urals where the Nickel compounds in soils low, *I. helenium* L. acts as concentrator of the element. In the Urals region with a high metal content in soils of the plant does not accumulate element in the organism.

Keywords: heavy metals, the coefficient of biological accumulation, maximum permissible concentration, iron, manganese, nickel, the ratio Fe/Mn

В рельефе Урала отчетливо выделяются две полосы предгорий – западных и восточных – и расположенная между ними система горных хребтов, вытянутых параллельно друг другу в субмеридиональном направлении соответственно простирацию тектонических зон. Западный район Южного Урала (Предуралье) представлен восточной окраиной Восточно-Европейской платформы, сложен в основном осадочными горными породами и характеризуется равнинной территорией.

Зауральский регион Южного Урала – специфическая биогеохимическая провинция, для которой характерно уникальное сочетание территорий различной степени антропогенной нарушенности с разно-

образным спектром полиметаллического оруднения [15].

Недра Южного Урала богаты разными полезными ископаемыми. Более 20 месторождений содержат железную руду (Магнитогорское, Бакальское и др.) Месторождения никеля и кобальта сосредоточены в районе Верхнего Уфалея. Есть алюминий, золото, тальк, каолин, графит, магнезит, мраморы, доломиты, фосфориты, колчеданы, соли, мергели, известняки, пески. Развитие горнодобывающей промышленности, а также активное функционирование горно-обогатительных комбинатов привело к техногенному загрязнению почв региона тяжелыми металлами [11].

Тяжелые металлы (ТМ) относятся к стойким загрязнителям, но многие из них крайне необходимы живым организмам. Являясь микроэлементами, они активно участвуют в важнейших биохимических процессах. В естественных условиях и почвы, и растения в обязательном порядке содержат определенное количество тяжелых металлов. Но чрезмерное их накопление может оказаться причиной разрушения целостности природного комплекса; ТМ, передаваясь по цепи питания до человеческого организма, могут вызывать различные заболевания, вплоть до злокачественных [12]. Содержащиеся в почвах Южного Урала тяжелые металлы в количестве, превышающем предельно допустимые концентрации, представляют опасность загрязнения ими лекарственных трав [13].

Inula helenium L. – девясил высокий, многолетнее травянистое растение из семейства *Asteraceae*. Согласно Красной книге Республики Башкортостан, исследуемый вид не внесен в список редких, однако нуждается в особом внимании к состоянию в природной среде и мониторинге [4]. Препараты из *I. helenium* L. обладают многосторонним действием: отхаркивающим, кровоостанавливающим, противовоспалительным, бактерицидным, глистогонным, противоаллергическим, противогрибковым, спазмолитическим. Настои и отвары усиливают образование желчи, возбуждают секрецию желудка, кишечника и поджелудочной железы, улучшают пищеварение, снижают проницаемость капилляров и повышают тромбопластическую функцию крови, стимулируют функцию яичников и матки [5].

Широкое применение *I. helenium* L. делает актуальным его исследование с целью определения экологической чистоты сырья, а также выяснения характера накопления специфических загрязнителей Южного Урала в данном лекарственном растении.

Цель настоящей работы – изучение особенностей распределения железа, марганца и никеля по органам *I. helenium* L. в условиях Южного Урала.

Научная новизна исследований заключается в том, что впервые для территорий, характеризующихся насыщенностью (Зауралье) и дефицитом (Предуралье) элементов, определено содержание и накопление ряда ТМ (Fe, Mn, Ni) в почвогрунтах и в подземных и надземных частях *I. helenium* L. Изучены особенности их накопления в вегетативных (корневищах, стеблях, листьях) и генеративных органах (соцветиях, семенах).

Для достижения поставленной цели в 9 ценопопуляциях на территории Ре-

спублики Башкортостан (Хайбуллинский (ЦП 3), Баймакский (ЦП 4), Зиянчуринский (ЦП 5), Ишимбайский (ЦП 6), Гафурийский (ЦП 7, 8), Кармаскалинский (ЦП 9) районы) и Оренбургской области (Гайский район (ЦП 1, 2)) были собраны образцы *I. helenium* L., находящиеся в среднем генеративном состоянии.

Растения были разделены на органы и высушены отдельно по требованию Государственной фармакопеи [1]. В каждой ЦП одновременно были также отобраны почвенные образцы; они были высушены до воздушно-сухого состояния, измельчены и пропущены через сито с размерами ячеек 1 мм. Содержание железа, марганца и никеля в почвенных образцах, а также отдельно в корневищах, стеблях, листьях, соцветиях и семенах растения определяли атомно-абсорбционным методом в центральной лаборатории Сибайского филиала Учалинского горно-обогатительного комбината (Аттестат аккредитации № РОСС RU. 0001515358).

Нами использованы величины предельно допустимого содержания подвижной формы тяжелых металлов в почве, мг/кг экстрагент 1 н. HCl, предложенные Х. Чулджияном с соавторами [14] и И.В. Болговой с соавторами [10]. В нормативно-технической документации, регламентирующей качество лекарственного растительного сырья, отсутствуют показатели ПДК, поэтому мы воспользовались в качестве предельно допустимого содержания железа, марганца и никеля в органах исследуемого вида показателями, предложенными В.Б. Ильиным [3].

Для выявления особенностей аккумуляции металлов в органах растения вычислен коэффициент биологического накопления (КБН) по формуле:

$$\text{КБН} = \frac{\text{содержание элемента в растении}}{\text{содержание элемента в почве}}.$$

Считается, что если КБН > 10, вид является концентратором изучаемого элемента. Если $10 > \text{КБН} \geq 1$, металл относится к элементам слабого накопления, если $1 > \text{КБН} \geq 0,1$ – к элементам слабого захвата [2].

Статистическую обработку данных осуществляли общепринятыми методами с помощью пакета компьютерных программ Microsoft Excel 2003, Statistica 6,0. При оценке статистической достоверности полученных данных использовали t-критерий Стьюдента.

Железо необходимо для образования зеленых листьев. Недостаток железа тормозит фотосинтез и дыхание и вызывает глубокий хлороз развивающихся листьев. Дефицит железа наблюдается как при его фактическом недостатке в растворе или

субстрате, так и при слишком высоком pH ($> 6,0$), при холодном и слишком влажном грунте и высоком содержании фосфора в зоне корней. Для травянистых растений считается нормальным содержание железа от 50,0 до 240,0 мг/кг сухого вещества. ПДК железа для трав не установлена, критической является 750,0 мг/кг сухого вещества [3]. Фоновое содержание железа в почвах принято в качестве контроля, оцененного В.А. Черниковым с соавторами [7] в количестве 3800,0 мг/кг.

Реакция растений как на токсическое воздействие железа, так и на его недостаточность весьма изменчива и зависит от их генотипа и вида [8].

Концентрация железа во всех изученных нами ЦП не достигает фонового содержания, кроме ЦП 1, где содержание элемента достигает 12951,9 мг/кг. Данная ЦП расположена

в Гайском районе Оренбургской области, на заливном лугу, рядом с сельскохозяйственными угодьями и грунтовой дорогой. Растворимость, подвижность и перемещение железа по профилю почв, наиболее сильно выраженные в плохо дренированных подзолистых почвах зоны высокого увлажнения, связаны с действием органического вещества почвы и продуктов его разложения. В исследованных нами ЦП вида концентрация железа в семенах растения не превышает норму за исключением ЦП 1 и 7, а в остальных органах выше нормы. Более высокое содержание железа характерно для подземных органов и листьев. Содержание железа в органах *I. helenium* L. уменьшается в ряду: подземные органы → листья → соцветия → стебель → семена. Подземные органы растения являются концентратором железа и выполняют барьерную функцию (рис. 1).

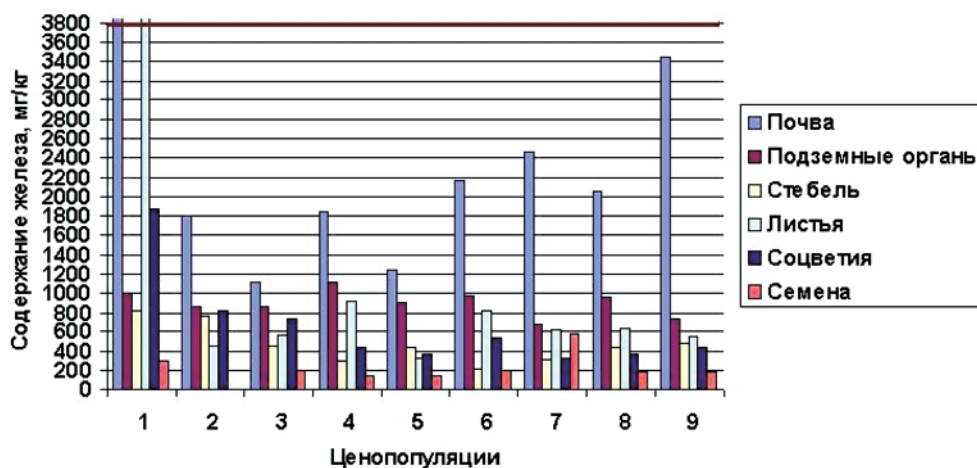


Рис. 1. Содержание железа в органах *I. helenium* L. и в почвах (— — фоновое содержание в почве, мг/кг)

Среди ценопопуляций выделяется ЦП 1, характеризующаяся максимальным содержанием железа в почвах, в то же время основное количество металла здесь накапливается в листьях растения, т.е. преобладает фолиарный путь поступления элемента. Причина кроется в загрязненности воздуха пылью из-за проезжающих по грунтовой дороге транспортных средств (рис. 1).

Марганец участвует в биосинтезе хлорофилла и повышает интенсивность фотосинтеза. Он положительно влияет на образование и накопление терпеноидов, в том числе эфирных масел, стероидных и тритерпеновых сапонинов, а также сердечных гликозидов, гликоалкалоидов [9]. Играет важную роль в регулировании генетической функции растений. Марганец выполняет ключевую функцию в биосинтезе и поддержании

структуры ДНК в ядре. Избыток марганца на первый взгляд похож на дефицит железа — пожелтение тканей листа между жилками, которые остаются зелеными (межджилковый хлороз). Главное отличие в том, что при недостатке марганца хлороз проявляется в верхней части растения, а дефицит железа начинает проявляться на более старых листьях. Нормальным содержанием марганца для травянистых растений считается концентрация от 25,0 до 250 мг/кг сухого вещества. Токсическим считается содержание больше 500 мг/кг сухого вещества [3].

Месторождения марганцевых руд распространены на западном склоне Южного Урала. Здесь рудопроявления марганцевых руд встречаются в Дуванском, Иглинском, Архангельском, Зианчуринском районах. В Зауралье — в Баймакском, Учалинском и Абзелиловском районах.

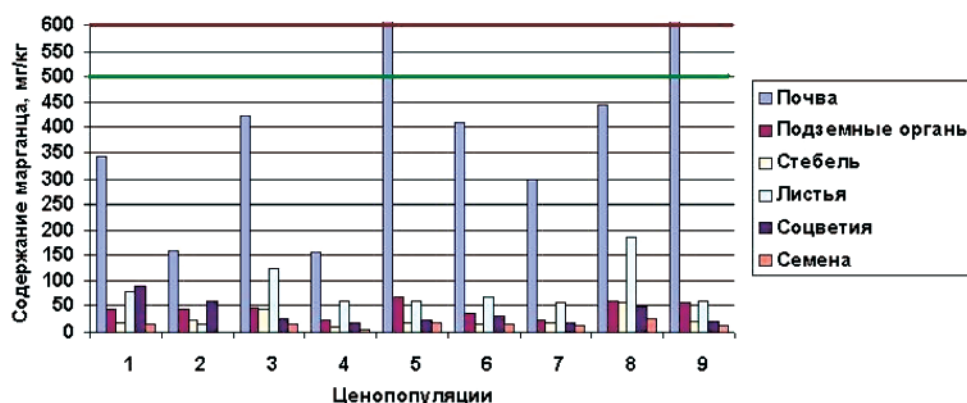


Рис. 2. Содержание марганца в органах *I. helenium* L. и в почвах (— ПДК в растениях, мг/кг; — ПДК в почве, мг/кг)

Содержание марганца в почвах ЦП 5 (1356,3 мг/кг) и 9 (705,4 мг/кг) превышает ПДК, установленную в пределах 600 мг/кг [14]. В остальных ЦП содержание марганца не выше ПДК. В сырье *I. helenium* L. содержание марганца находится в пределах ПДК, установленной для травянистых растений в пределах 500 мг/кг [3]. Растение ис-

пытывает дефицит марганца, т.к. его содержание в органах находится в пределах от 6 до 186 мг/кг. Для марганца характерен foliarный тип поступления в организм растений, поэтому наблюдается следующий ряд содержания элемента в органах *I. helenium* L.: листья → подземные органы → стебли → соцветия → семена (рис. 2).

Соотношение Fe/Mn в органах *I. helenium* L.

ЦП	Fe/Mn (мг/кг) в подземных органах	Fe/Mn (мг/кг) в стеблях	Fe/Mn (мг/кг) в листьях	Fe/Mn (мг/кг) в соцветиях	Fe/Mn (мг/кг) в семенах
1	21,9	45,5	159,7	21,0	22,0
2	19,0	33,1	30,6	13,9	-
3	17,7	10,4	4,5	28,3	14,3
4	43,4	34,4	15,5	24,9	22,7
5	13,3	26,4	5,5	15,5	8,6
6	26,9	14,9	12,1	18,3	12,1
7	26,8	18,3	10,7	20,0	53,1
8	15,4	7,7	3,4	7,0	6,7
9	12,4	21,9	9,1	21,7	16,3

Химические элементы в почве действуют на растения комплексно и при этом ослабляют или усиливают действие друг друга. При оценке устойчивости растений к железистой токсичности величина Fe/Mn имеет решающее значение: для нормального развития растений соотношение Fe/Mn должен быть не выше 1,5–2,5, т.к. при более высоких показателях растения испытывают марганцевое голодание [6]. В условиях Южного Урала это соотношение во всех органах превышает данный показатель (таблица)

Биологическая роль никеля заключается в участии в структурной организации и функционировании ДНК, РНК и белка. Также он присутствует и в гормональной регуляции организма. В избытке никель в растениях подавляет процессы фотосин-

теза и транспирации, появляются признаки хлороза листьев. Для животных организмов токсический эффект элемента сопровождается снижением активности ряда металлоферментов, нарушением синтеза белка, РНК и ДНК, развитием выраженных повреждений во многих органах и тканях. ПДК никеля в почвах России – 85 мг/кг [10].

Содержание никеля в почве и в органах растения не превышает ПДК, установленную в пределах 85 и 80 мг/кг соответственно [3;10] (рис. 3).

Исследование величин KBN_{Fe} и KBN_{Mn} показало, что *I. helenium* L. не является концентратором данных элементов (рис. 4).

Исследование величины KBN_{Ni} показало, что никель накапливается в органах *I. helenium* L. при дефиците элемента в по-

чвах. В ЦП 3 и 4 КБН_{Ni} в некоторых органах выше 1. При высокой концентрации металла в субстрате наблюдается обратная

картина, и вид характеризуется как слабый захватчик никеля: в ЦП 5, 6, 7, 8 и 9 КБН_{Ni} < 1 (рис. 4).

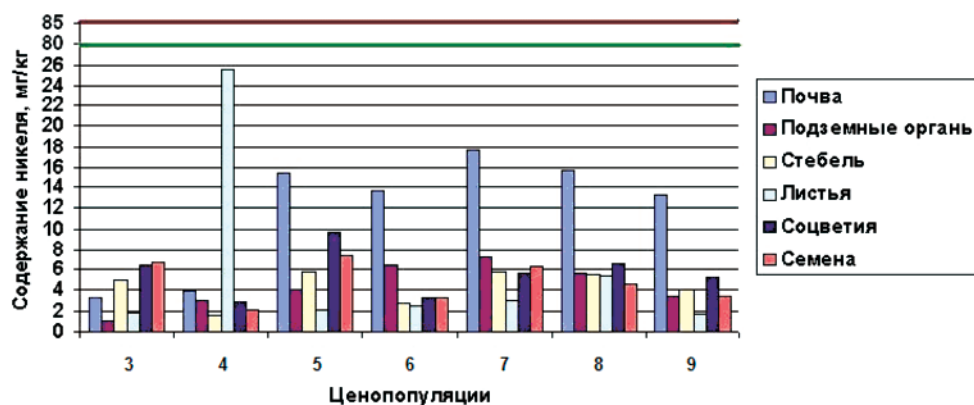
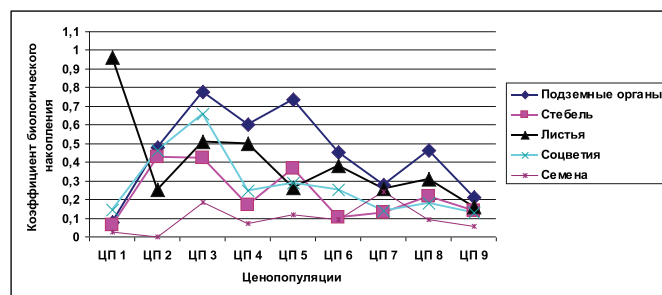
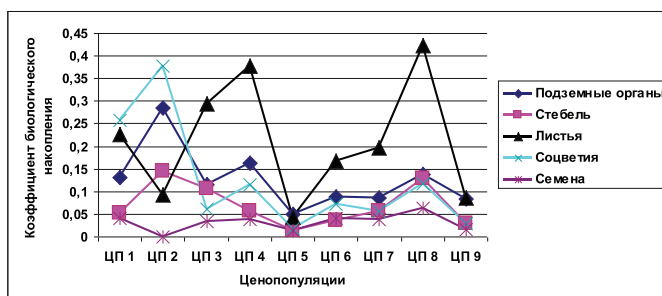


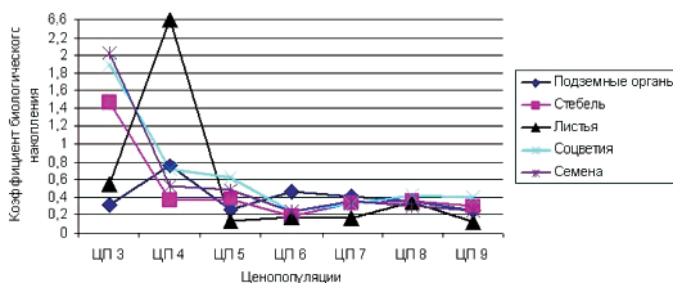
Рис. 3. Содержание никеля в органах *I. helenium L.* и в почвах (— ПДК в растениях, мг/кг; — ПДК в почве, мг/кг)



Fe



Mn



Ni

Рис. 4. Коэффициент биологического накопления железа марганца и никеля в органах *I. helenium L.*

Таким образом, содержание токсического металла – никеля – во всех органах растения соответствует требуемым нормам.

Высокое содержание биогенных металлов – железа и марганца – характерно в основном для листьев. Подземные органы, использу-

мые в медицине в качестве лекарственного сырья и в кулинарии как пряность, содержат значительно низкое количество исследуемых элементов. На территории Южного Урала следует рекомендовать заготовку сырья *I. helenium* L. для лекарственных и пищевых целей в отдаленных от деятельности человека местах обитания.

Список литературы

1. Государственная фармакопея СССР. – М.: Медицина, 1990. – 573 с.
2. Ивлев А.М. Биогеохимия. – М.: Высшая школа, 1986. – 127 с.
3. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение. – Новосибирск: Наука, 1991. – 151 с.
4. Красная книга Республики Башкортостан: в 2 т. Т.1: Растения и грибы / под ред. д-ра биол. наук, проф. Б.М. Миркина. – 2-е изд., доп. и переработ. – Уфа: Медиа-Принт, 2011. – 384 с.
5. Лекарственные растения. Энциклопедия / сост. И.Н. Путырский, В.Н. Прохоров. – Минск: Книжный Дом, 2003. – 655 с.
6. Старова Н. В. Проблемы экологии: Принципы их решения на примере Южного Урала. – М.: Наука, 2003. – 287 с.
7. Агроэкология / В.А. Черников, Р.М. Алексахин, А.В. Голубев и др.; под ред. В.А. Черникова, А.И. Чекереса. – М.: Колос, 2000. – 536 с.
8. Шеуджен А. Х. Биогеохимия. – Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2003. – 1028 с.
9. Экологическая оценка лекарственного сырья растений рода *Achillea* L. в условиях геохимической провинции Южного Урала: монография / Г.А. Ягафарова, Г.Г. Бускунова, А.А. Аминева, С.И. Янтурин. – Уфа: РИЦ БашГУ, 2012. – 194 с.
10. Болгова И.В. Таблица Менделеева в живых организмах / И.В. Болгова, М.А. Шапошникова, Р.А. Фандо // Биология. – М., 2008. – № 11. – С. 22–25.
11. Тяжелые металлы в почвах и растениях Южного Урала. II. Экологическое состояние антропогенно нарушенных территорий / М.Г. Опекунова, Н.В. Алексеева-Попова, И.Ю. Арестова, О.В. Грибалева, Д.А. Краснов, Д.Г. Бобров, О.А. Осипенко, Н.И. Соловьева // Вестник СПбГУ. Сер. 7. – 2002. – Вып. 1 (№ 7). – С. 63–71.
12. Сингизова Г.Ш. Тяжелые металлы в системе почва – растениеводческая продукция в условиях техногенного воздействия (на примере г. Сибай): автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Оренбург, 2009. – 20 с.
13. Ягафарова Г.А. Экологические особенности тысячелистника азиатского в условиях природного загрязнения тяжелыми металлами: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Тольятти: Институт экологии Волжского бассейна, 2006. – 18 с.
14. Тяжелые металлы в почвах и растениях / Х. Чулджиян и др. // Экологическая конференция. – Братислава, 1988. – Вып. 1. – С. 5–24.
15. Шагиева Ю.А., Суюндуков Я.Т. Техногенез и проблема экологической безопасности в Башкирском Зауралье // Создание высокопродуктивных агроэкосистем на основе новой парадигмы природопользования: Сб. докл. в науч.-практич. конф., посвященной 95-летию со дня рождения профессора С.Н. Тайчинова. – Уфа: БГАУ, 2001. – С. 63–65.

References

1. State Pharmacopoeia of the USSR. Moscow: Medicine, 1990. 573 p.
2. Ivlev A.M. Biogeochemistry. M: Higher School, 1986. 127 p.
3. Ilyin V.B. Heavy metals in the soil-plant system. Novosibirsk: Nauka, 1991. 151 p.
4. Red Book of the Republic of Bashkortostan in 2 t. T.1: Plants and Mushrooms / ed. Dr. biol. Sci. Prof. B. M. Mirkin. – 2nd ed., exp. and redesigned. Ufa MediaPrint, 2011. 384 p.
5. Medicinal plants. Encyclopedia / comp. I.N. Putyrsky, V.N. Prokhorov. Mn.: Book House, 2003. 656 p.
6. Starova N.V. Environmental issues: The principles of their solutions to the example of the Southern Urals. Moscow: Nauka, 2003. 287 p.
7. Chernikov V.A., Alexakhin R.M., Golubev A.V. and etc. Agroecology / Ed. V.A. Chernikova, A.I. Chekeresa. Moscow: Kolos, 2000. 536.
8. Sheudzen A.K., Biogeochemistry. – Maikop: GURIPP «Adygeya», 2003. 1028 p.
9. Ecological assessment of medicinal plants of the genus *Achillea* L. geochemical conditions in the province of Southern Urals: monograph / G.A. Yagafarova, G.G. Buskunova, A.A. Amineva, S.I. Yanturin. Ufa: RITS BashGU, 2012. 194 p.
10. Bolgova I.V. Periodic Table in living organisms / I.V. Bolgova, M.A. Shaposhnikova, R.A. Fando // Biology. Moscow, 2008. no. 11. pp. 22–25.
11. Opekunova M.G., Alekseeva-Popova N.V., Arestova I.Y., Gribalev O.V., Krasnov D.A., Bobrov D.G., Osipenko O.A., Solovieva N.I. Heavy metals in soils and plants of the Southern Urals. II. Ecological state of anthropogenically disturbed areas // Herald SPBGU. Ser. 7. 2002. Issue 1 (no. 7). pp. 63–71.
12. Singizova G.S. Heavy metals in soil – crop production under conditions of anthropogenic impact (on the example of Sibai) // Abstract. Candidate. biol. Science. Orenburg, 2009. 20 p.
13. Yagafarova G.A. Ecological features of yarrow Asian in the conditions of natural pollution with heavy metals. Author. diss. Candidate. biol. Science. Togliatti Institute of Ecology of the Volga Basin, 2006. 18 p.
14. Chuldzhiyan K. and etc. Heavy metals in soils and plants. Environmental Conference. – Bratislava, 1988, no. 1, p. 5–24.
15. Shagieva Y.A., Suyundukov Y.T. Technogenesis and the problem of environmental safety in the Bashkir Trans-Urals // The Creation of highly productive agro-ecosystems on the basis of a new paradigm of natural resources: // Sat reports. in scientific-practical. conf. dedicated to the 95th anniversary of Professor S.N. Taychinova. Ufa BGAU, 2001. pp. 63–65.

Рецензенты:

Суюндуков Я.Т., д.б.н., профессор, член-корреспондент Академии наук Республики Башкортостан, директор Зауральского филиала Башкирского государственного аграрного университета, г. Сибай;

Мазгаров И.Р., д.б.н., профессор, заведующий кафедрой «Физиология человека и животных» Сибайского института (филиал), ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный университет», г. Сибай.

Работа поступила в редакцию 22.05.2013.

ПРИНЦИПЫ РАЗВИТИЯ ГЛОБАЛЬНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА

Нагирная А.В.

ФГБУН «Институт географии Российской Академии наук», Москва, e-mail: anastassia_n@mail.ru

В статье рассматриваются долгосрочные тенденции распространения основных информационно-коммуникационных технологий в их тесной взаимосвязи и взаимозависимости (печатные СМИ, почтовая служба, телеграф, стационарный телефон, радио, телевидение, мобильный телефон, интернет). Охвачен период конца XIX – начала XXI вв. Представлены выводы о волнообразности развития глобального информационного пространства. Показаны инновационные волны информатизации с анализом конкуренции и взаимодополняемости различных видов информационно-коммуникационных технологий. Получен вывод о возможности «обгоняющего» сценария догоняющего развития в сфере информатизации. В статье характеризуются особенности глобальной диффузии интернета, стационарной и мобильной телефонной связи, а также сдвиги в их географии, происшедшие за первое десятилетие XXI века. Выявлены особенности динамики различных аспектов «цифрового разрыва».

Ключевые слова: глобальное информационное пространство, информатизация, информационно-коммуникационные технологии, диффузия инноваций, Интернет, телефонная связь

GLOBAL INFORMATION SPACE: PATTERNS OF DEVELOPMENT

Nagirnaya A.V.

Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, e-mail: anastassia_n@mail.ru

In the article the long-term trends in expansion of the major information and communication technologies are considered (print press, postal service, telegraph, telephone, radio, television, mobile phone, Internet). The period of the end of XIX – the beginning of XXI centuries is covered. Innovation waves of informatization are presented. Competition and complementarity of different information and communication technologies are analyzed, as well as the possibility of the «overcoming» scenario of a catching-up development in the sphere of informatization. The specificities of the global diffusion of the Internet, fixed and mobile telephony are characterized, and changes in their geography over the XXI century's first decade are analyzed. The dynamics of the digital divide's various aspects is also revealed in the article.

Keywords: global information space, informatization, information and communication technologies, diffusion of innovations, Internet, telephone

В связи с беспрецедентными по скорости и объемам передачи информации развитием и конвергенцией информационных и телекоммуникационных технологий (ИКТ) сегодня широко распространено мнение о том, что глобальное информационное пространство сформировалось совсем недавно. Однако и информатизация, и глобализация берут истоки в XIX – начале XX вв., в период первой волны гуманитарной глобализации (1846–1913 гг.) или «золотого века» международной экономики (1870–1913 гг.) [8]. В то время мировое хозяйство, по крайней мере, его ядро, было едва ли менее интегрировано, чем сегодня, и процесс глобализации развивался в 1870–1913 гг. со скоростью даже большей, чем в последние 40 лет. И ключевую роль в его развитии играл «интернет Викторианской эпохи» – телеграф – инновация в области ИКТ, с которой началась эпоха мгновенной передачи информации [9]. Затем, после периода глобальной дезинтеграции (1914–1945 гг.), началась вторая волна мировой интеграции, а с 1980-х гг. под влиянием научно-технической революции, переросшей в научно-информационную, начался этап экономической глобализации как высшей

стадии интернационализации, ключевым компонентом которой является информатизация общества [2].

Целью данного исследования было выявление долгосрочных тенденций развития глобального информационного пространства в аспекте распространения важнейших информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). Исследование проводилось на основе статистических данных по распространению различных ИКТ (печатные СМИ, почтовая служба, телеграф, стационарный телефон, радио, телевидение, мобильный телефон, интернет), предоставленных различными международными, зарубежными и отечественными официальными и неправительственными организациями (ООН, Международный союз электросвязи, Американское бюро переписи и др.) за период конца XIX – начала XXI вв.

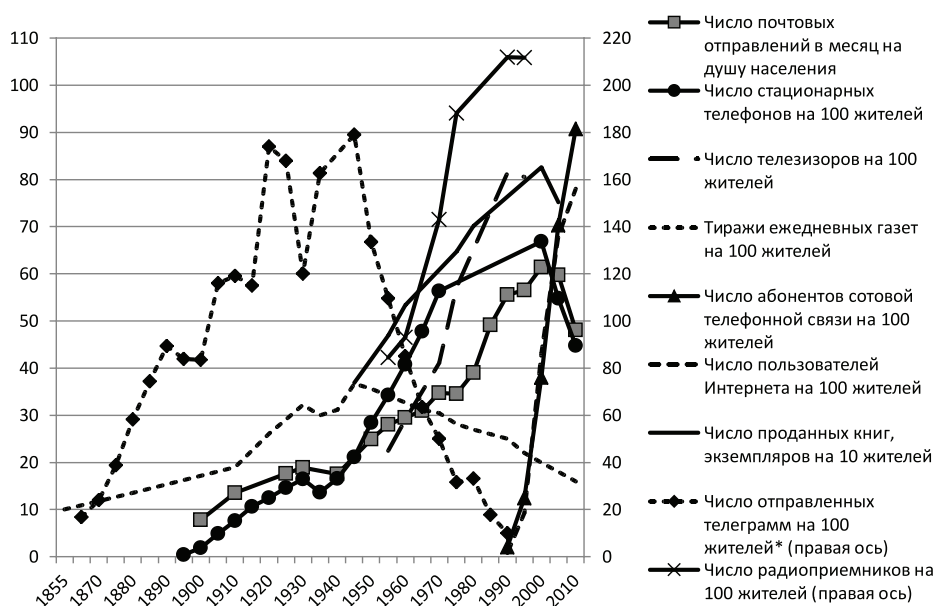
Развитие информационного пространства при общем поступательном тренде, обусловленном кумулятивным наложением различных инноваций в сфере ИКТ, в долгосрочной перспективе развивается волнообразно. Прохождение инновационных волн информатизации можно наблюдать на рис. 1, где представлены результаты иссле-

дования жизненных циклов распространения различных ИКТ на примере США.

Любая инновация в сфере ИКТ, однажды зародившись и испытав период бурного количественного роста и географической экспансии, в какой-то момент достигает пика в своём развитии. В дальнейшем её жизненный цикл переходит к нисходящей стадии, иногда вплоть до полного затухания. Как правило, это связано с вытесняющим воздействием со стороны последующих инноваций – более эффективных и конкурентоспособных ИКТ, в большей

степени отвечающих духу времени. При этом иногда старые инновации сдерживают распространение новых ИКТ¹.

¹ Так, в США ранний запуск сетей сотовой аналоговой связи в начале 1980-х гг. и длительная недооценка преимуществ цифровых стандартов связи негативно отразились на дальнейшем развитии мобильной телефонии. Это одна из причин того, что плотность сотовых сетей в США сегодня сравнительно невелика (менее 100 абонентов на 100 жителей). Другой пример – сдерживающее воздействие на развитие интернета во Франции в 1990-е гг. со стороны уже существовавшей в то время крупной национальной информационной сети «Минитель» [1].



* 1855–1910 гг. – телеграммы, отправленные Western Union; 1920–1970 гг. – телеграммы, отправленные всеми телеграфными компаниями США.

Рис. 1. Циклы развития различных видов ИКТ на примере США, 1855–2010 гг. Составлено по: [15]

Как видно, телеграф – инновация в области ИКТ, с которой началась эпоха мгновенной передачи информации, – завершил свою полуторавековую историю в США, как и во многих других странах мира. В сокращении роли телеграфной связи решающую роль сыграла конкуренция других видов связи. Сначала это были телефон и телефакс, а на заключительном этапе – электронная почта интернета и мобильная телефонная связь.

В печатной индустрии во второй половине XX века наблюдалась бифуркация. С одной стороны, вот уже более полувека, как в США вошло в нисходящую стадию своего жизненного цикла такое средство массовой информации, как газета. Сокращение тиражей ежедневных газет в расчете на душу населения началось с 1950-х гг., в связи с распространением радио и телевидения, а в 1990-е и особенно 2000-е гг.

оно усугубилось конкуренцией со стороны интернета, куда ушла значительная часть рекламных объявлений. К концу первого десятилетия XXI века газеты в США вошли в фазу кризиса: показатель тиражей ежедневных газет на 100 жителей приблизился к уровню начала XX века. С другой стороны, при падении тиражей газет число проданных экземпляров книг продолжало расти и достигло своего пика в США на рубеже XX и XXI веков. Но сегодня уже все бумажные носители информации активно вытесняются электронными аналогами: интернет-версиями газет и электронными книгами – происходит «цифровизация» традиционных ИКТ. Можно констатировать, что «эпоха Гуттенберга» вступила в пост-индустриальную фазу своего развития.

Традиционной почтовой связи долгое время удавалось сохранять свои позиции

в качестве самого массового и дешёвого вида связи: объёмы пересылаемой корреспонденции в США и в мире в целом постоянно росли вплоть до начала 1990-х гг. В конце XX века, с развитием интернета, электронной почты, электронного банкинга, электронного правительства и прочих услуг почта в США и в глобальном масштабе вошла в стадию стагнации, а с середины 2000-х гг. начало происходить сокращение числа почтовых отправок, усугублённое глобальным финансовым кризисом 2008 г.

Фаза роста в жизненном цикле стационарного телефона проходила в США, как и в мире в целом, с конца XIX по конец XX вв. Примерно с 2000 в США и с 2006 г. в мире в целом началось сокращение и количества телефонов, и трафика, и плотности телефонной сети. Причиной этого стала конкуренция со стороны мобильной телефонной связи, скорость развития которой примерно в 7–10 раз выше, чем стационарной. Это свидетельствует о тенденции сокращения жизненных циклов ИКТ или их отдельных стадий в современную эпоху, о повышении динамизма в развитии процессов информатизации. В результате, с одной стороны, из-за конкуренции со стороны мобильной телефонии «жизненный цикл» стационарной телефонной связи перешёл к стадии спада. С другой стороны, мобильная телефонная связь дополняет стационарную, и вместе они создают эффект массовой телефонизации населения.

До появления сотовой связи уровень телефонизации повышался в мире очень медленно. К началу 1990-х гг. относительно высокого уровня телефонизации (более 50 стационарных телефонов на 100 жителей) достигли лишь наиболее развитые страны мира – государства Северной Америки, Северной и Западной Европы. К концу же первого десятилетия XXI века привычная иерархия стран мира по уровню телефонизации полностью исчезла: среди лидеров теперь – страны бассейна Персидского залива, Восточной Европы (включая Россию) и даже ряд стран Центральной Америки. Таким образом, глобальная экспансия мобильной телефонии происходила по принципу описанной Т. Хагерстрандом диффузии перемещения [13] и позволила многим развивающимся странам преодолеть колоссальное отставание в развитии телефонной связи и выйти в число лидеров.

В развитых странах развитие мобильной телефонии сдерживается высокой инерционностью транспортно-коммуникационной инфраструктуры: большие капиталовложения в её развитие, сделанные в прошлые десятилетия, тормозят инновационные про-

цессы в последующие годы [4; 10]. В случае с телефонизацией в странах с неразвитой сетью стационарной телефонной связи этой инерции практически не было, и развитие нового вида связи шло практически «с чистого листа», что и объясняет ее особый динамизм. Так, в России уровень телефонизации в 1990 г. был весьма скромным по сравнению с развитыми странами и даже со среднемировым уровнем (14 телефонов на 100 жителей в России, 35 – в мире и почти 70 – в Швеции). Но благодаря распространению мобильной связи, в начале XXI века произошёл мощный рывок и сейчас по показателям телефонизации Россия находится в числе мировых лидеров, обогнав в том числе и Швецию. Столь же большого успеха удалось добиться и ряду стран Ближнего Востока (Саудовская Аравия и Оман), Латинской Америки (Аргентина, Доминика, Панама и Суринам), Восточной Европы (Украина, Румыния и Албания) и Мальдивским островам.

Это является ярким проявлением такого феномена догоняющего развития, когда долгое время отстававшие страны (в данном случае – в области стационарной телефонии) на новом витке научно-технического прогресса (с внедрением инновации – мобильной связи) делают рывок и перескакивают с одного витка спирали развития на другой, перешагнув через промежуточные стадии [12]. Во-первых – через этап стационарной телефонизации, во-вторых – через этап массовой компьютеризации населения². Наглядно это можно увидеть на рис. 2, где представлены результаты анализа плотности сетей различных видов ИКТ в расчете на 100 жителей. Как правило, чем выше уровень социально-экономического развития страны, тем более диверсифицированной и сбалансированной является её информационно-коммуникационная инфраструктура. Так, мы видим, что в странах Центра одинаково равномерно развиты стационарная и мобильная телефония, интернет, СМИ (рис. 2, а). На Полупериферии уже возникают перекосы в развитии мобильной телефонии над остальными ИКТ (рис. 2, б). А в странах Периферии дисбаланс в сторону доминирования одного – максимум двух видов ИКТ – приобретает наиболее

² Как показала практика ряда стран, для достижения достаточно больших показателей проникновения интернета совсем не обязателен высокий уровень компьютеризации домохозяйств. В развивающихся регионах в связи с неразвитостью фиксированных линий связи и низким уровнем благосостояния населения роль персонального средства для выхода в интернет взял на себя не компьютер, а мобильный телефон.

выраженный характер (рис. 2, в). Так, более новые и универсальные ИКТ способны

восполнить недостаток распространения предшествующих видов связи.

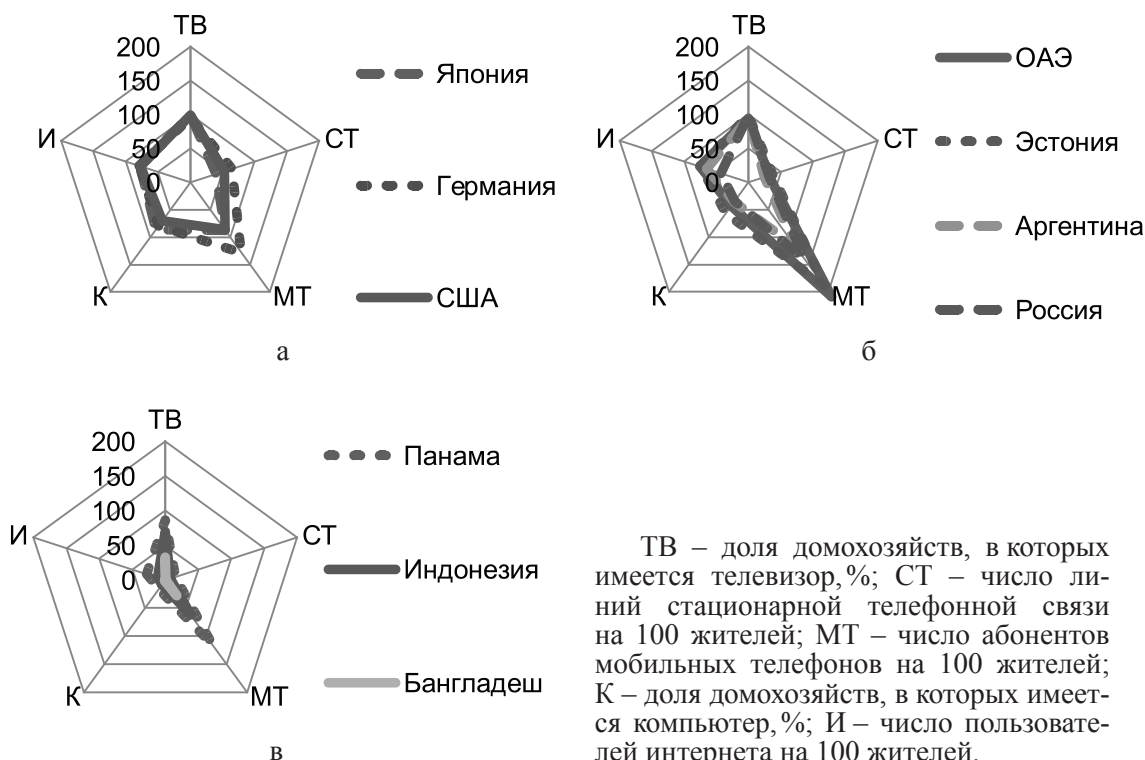


Рис. 2. Типы информационно-коммуникационных инфраструктур стран мира, 2008–2010 гг.

В результате распространение мобильной телефонии позволило значительно смягчить географические контрасты, сделало информационное пространство более гомогенным. Тем не менее, если по числу телефонов на 100 жителей диспропорции в мире быстро выравниваются, и зачастую развивающиеся страны обгоняют развитые государства, то по показателям интенсивности использования телефонной связи сохраняется привычная глобальная иерархия. Чем выше уровень развития страны, тем больше активность использования населением ИКТ и, в частности, телефонной связи³ [6].

Системообразующей новацией в сфере информационных технологий и глобальных коммуникаций современности является интернет. Он прошёл к настоящему времени два этапа своей глобальной экспансии и, вопреки прогнозам десятилетней давности, территориальные диспропорции в уровне его проникновения постепенно сглаживаются. Распространение интернета в мире происходит по принципу иерархической

диффузии инноваций: от Центра к Полупериферии и Периферии. Если в 2000 г. в развивающихся странах проживало 26 % всех интернет-пользователей мира, то сегодня – уже более 60 %. За первое десятилетие XXI века «цифровой разрыв» в сфере интернета сократился почти на порядок (таблица).

Однако, если по показателям численности пользователей диспропорции в мире выравниваются быстро, то в сфере информационного наполнения интернета развитые страны сохраняют доминирующие позиции. До сих пор на США приходится большинство сайтов (более 62 %), а на развитые страны в целом – более 87 %. При этом на Полупериферию мирового хозяйства, где проживает почти половина всех интернет-пользователей, приходится менее 8 % всех сайтов. Похожая картина наблюдается и в области языкового наполнения Интернета: более 72 % всех сайтов – англоязычные, доля сайтов на китайском языке не превышает и 6 %, на испанском – 3,5 %. Таким образом, прогнозы десятилетней давности о безоговорочном доминировании развитых стран в интернет-пространстве оправдались только в сфере создания информационных ресурсов интернета [5].

³ Помимо социально-экономических причин этого явления следует отметить и культурные особенности развивающихся стран, где зачастую мобильный телефон является, прежде всего, элементом престижа.

Заключение

Развитие глобального информационного пространства «вглубь» (внедрение всё новых видов ИКТ) и «вширь» (территориальная экспансия сетей ИКТ) в долгосрочной перспективе происходит волнообразно. «Новые» волны инноваций, как

правило, ускоряют спад «старых», хотя в некоторых случаях при взаимном наложении инновационных волн разных поколений ИКТ возникает «резонансный эффект», обусловленный инерционностью информационно-коммуникационной инфраструктуры.

Этапы глобального распространения интернета, 1991–2012 гг.

Индикаторы	Этапы	Ранний этап (1991–2000 гг.)	Зрелый этап (2001–2012 гг.)
Среднегодовые темпы прироста числа пользователей		68 %	40 %
Число пользователей*		400 млн	2,4 млрд
Число пользователей на 100 жителей*		6,5	34
Соотношение числа пользователей, проживающих в развитых и развивающихся странах*		74:26	40:60
Индекс «разрыва» в глобальном интернете ⁴ *		740 раз	83 раза
Доля сайтов, созданных в США*		89 %	62 %
Объем глобального интернет-трафика*		232 Гбит/с	42 247 Гбит/с
Максимально возможная скорость передачи данных *		56 Кбит/с	100 Мбит/с
Доля электронной торговли в общем объеме розничных продаж в США*		0.9 %	4,2 %

Примечание. * На конец периода. Составлено по: [3; 7; 11; 14; 15; расчеты автора].

⁴ Индекс «разрыва» рассчитывается на основании средних значений по десяти группам стран в зависимости от числа интернет-пользователей на 100 жителей и представляет собой отношение среднего значения первой группы к среднему показателю для последней.

Ключевой чертой современного этапа развития глобального информационного пространства является конвергенция ИКТ и принцип универсальной сети: создается единая сетевая инфраструктура для хранения, обработки и передачи всех видов информации с универсальными каналами передачи информации и центрами обработки данных. В результате на базе интернета формируется интегрированная система глобальных цифровых коммуникаций, которая является порождением современной эпохи глобализации, аналогично тому, как электрический телеграф сформировал первую глобальную информационную сеть в эпоху ранней глобализации (конец XIX – начало XX вв.) [9].

Внедрение новейших ИКТ даёт возможность странам, идущим по пути догоняющего развития, миновать целые этапы процесса информационной модернизации, перескочив с одного витка его «спирали» на другой, и зачастую выйти в число лидеров, реализовав «обгоняющий» сценарий догоняющего развития.

За первое десятилетие XXI века произошло существенное сглаживание географических контрастов в распространении ИКТ: «цифровой разрыв» сократился в сфере телефонизации в 16 раз, в проникновении

интернета – в 9 раз. Однако сокращение количественных диспропорций сопровождалось сохранением качественных разрывов, связанных с интенсивностью использования ИКТ и распределением информационных ресурсов интернета, где по-прежнему сохраняется монополия развитых стран.

Исследование выполнено в рамках Программы фундаментальных исследований Президиума РАН № 31 «Роль пространства в модернизации России: природный и социально-экономический потенциал».

Список литературы

1. Кастельс М. Информационная эпоха: экономика, общество и культура. – М.: ГУ ВШЭ, 2000. – 608 с.
2. Макасовский В.П. Глобальное информационное пространство // География мирового развития. Выпуск 2. – М.: 2010. – С. 43–55.
3. Международный союз электросвязи: <http://www.itu.int>.
4. Могилевкин И.М. Глобальная инфраструктура: механизм движения в будущее. – М.: Магистр, 2010. – 317 с.
5. Нагирная А.В. География глобальной сети Интернет // География в школе. – 2012. – № 10.
6. Нагирная А.В. Глобальные закономерности распространения информационно-коммуникационных технологий (XX – начало XXI вв.): автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – М., 2012. – 26 с.
7. Сайт мировой статистики по Интернету: <http://www.InternetWorldStats.com>.

8. Синцеров Л.М. Длинные волны глобальной интеграции // Мировая экономика и международные отношения. – 2000. – № 5. – С. 56–64.

9. Синцеров Л.М. Первая глобальная информационная сеть // Известия АН. Серия географическая. – 2004. – № 3. – С. 71–75.

10. Синцеров Л.М. Транспортно-коммуникационная парадигма мирового развития // Мировая экономика и международные отношения. – 2011. – № 5. – С. 122–128.

11. Смирнов М.А. Современные факторы глобального распространения инноваций (на примере Интернета): дис. ... канд. геогр. наук. – М., 2003. – 140 с.

12. Трейвиш А.И. География и развитие // География мирового развития. Вып. 1. – М.: Институт географии РАН, 2009. – С. 8–43.

13. Hagerstrand T. Innovation diffusion as a spatial process. – Chicago: University of Chicago Press, 1967. – 333 p.

14. Telegeography Research, аналитическая компания: <http://www.telegeography.com>.

15. U.S. Bureau of the Census, Statistical Abstracts of the United States: 1900 (48th Edition) –1994 (114th Edition). – Washington, D.C.: Government Printing Office, 1901–1994.

References

1. Kastels M. *Informatsionnaya epokha: ekonomika, obshchestvo i kultura* [The informational age: economy, society and culture]. Moscow, GU VSHE, 2000. 608 p.

2. Maksakovskiy V.P. *Globalnoe informatsionnoe prostranstvo* [Global information space] – *Geografiya mirovogo razvitiya*. Vypusk 2. Moscow, 2010, pp. 43–55.

3. International Telecommunications Union: <http://www.itu.int>.

4. Mogilevkin I.M. *Globalnaya infrastruktura: mekhanizm dvizheniya v budushee* [Global infrastructure: mechanism of the movement to the future]. Moscow, Magistr, 2010. 317 p.

5. Nagirnaya A.V. *Geografiya globalnoy seti Internet* [Geography of the global Internet network] – *Geografiya v shkole*, 2012, no. 10, pp. 14–18.

6. Nagirnaya A.V. *Globalnye zakonomernosti rasprostraneniya informatsionno-kommunikatsionnykh tekhnologiy (XX – nachalo XXI vv.)* [Global patterns of information and communication technologies diffusion (XX – beginning of XIX

centuries)]: Avtoreferat dis. kand. geogr. nauk. Moscow, 2012. 26 p.

7. World statistics on the Internet: <http://www.Internet-WorldStats.com>.

8. Sintserov L.M. *Dlinnye volny globalnoy integratsii* [Long waves of the global integration] – *Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnye otnosheniya*, 2000, no. 5, pp. 56–64.

9. Sintserov L.M. *Pervaya globalnaya informatsionnaya set* [First global information network] – *Izvestiya AN. Seriya geograficheskaya*, 2004, no. 3, pp. 71–75.

10. Sintserov L.M. *Transportno-kommunikatsionnaya paradigma mirovogo razvitiya* [Transport-communicational paradigm of the world development] – *Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnye otnosheniya*, 2011, no. 5, pp. 122–128.

11. Smirnov M.A. *Sovremennye faktory globalnogo rasprostraneniya innovatsiy (na primere Interneta)*: Dis. kand. geogr. nauk. Moscow, 2003. 140 p.

12. Treyvish A.I. *Geografiya i razvitie* [Geography and development] – *Geografiya mirovogo razvitiya*. Vypusk 1. Moscow, Institut geografii RAN, 2009. p. 8–43.

13. Hagerstrand T. *Innovation diffusion as a spatial process*. Chicago, University of Chicago Press, 1967. 333 p.

14. Telegeography Research: <http://www.telegeography.com>.

15. U.S. Bureau of the Census, Statistical Abstracts of the United States: 1900 (48th Edition) –1994 (114th Edition). Washington, D.C.: Government Printing Office, 1901–1994.

Рецензенты:

Мироненко Н.С., д.г.н., профессор, заведующий кафедрой географии мирового хозяйства географического факультета, ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», г. Москва;

Лопатников Д.Л., д.г.н., профессор кафедры экономической и социальной географии, ФГБОУ ВПО «Московский педагогический государственный университет», г. Москва.

Работа поступила в редакцию 03.06.2013.

УДК 547.583.5 : 615.011.4 : 615.276

**ИССЛЕДОВАНИЯ ВЗАИМОСВЯЗИ СТРУКТУРЫ
С ПРОТИВОВОСПАЛИТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТЬЮ
N- АЛКИЛЗАМЕЩЕННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ АНТРАНИЛОВОЙ
КИСЛОТЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОЭФФИЦИЕНТА
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОКТАНОЛ-ВОДА**

Коркодинова Л.М., Андрюков К.В., Вейхман Г.А., Ендальцева О.С., Визгунова О.Л.

*ГБОУ ВПО «Пермская государственная фармацевтическая академия»,
Пермь, e-mail: k_andrukov@mail.ru*

Определены значения коэффициента распределения октанол-вода ($\log P$) 17 соединений ряда N- алкил-замещенных производных антралиловой кислоты спектрофотометрическим методом. Проведен регрессионный анализ и получено 3 корреляционных уравнения, связывающих $\log P$ с экспериментально определенной противовоспалительной активностью ($\text{ПВА}_{\text{эксп}}$). С целью проверки пригодности составленных корреляционных уравнений для прогнозирования ПВА экспериментально определены константы липофильности 7 новых соединений. Рассчитаны значения прогнозируемого противовоспалительного действия с помощью полученных уравнений. Экспериментально определены значения $\text{ПВА}_{\text{эксп}}$ исследуемых 7 соединений, которые в результате проведенных биологических испытаний являются активными. Для проведения оценки прогнозирования ПВА в сравнении с экспериментально определенными значениями вычислены значения средней квадратичной ошибки прогноза. В результате проверки выявлено, что использование уравнений линейной и логарифмической зависимостей $S = 9,90$ и $S = 9,44$ соответственно приводит к более точным результатам прогнозирования $\text{ПВА}_{\text{эксп}}$. По итогам оценки качества прогноза можно сделать вывод, что рассчитанные уравнения (1) и (2) могут быть использованы в дальнейших исследованиях для целенаправленного синтеза новых активных соединений с противовоспалительным действием в ряду N- алкилзамещенных производных антралиловой кислоты.

Ключевые слова: N-алкилзамещенные производные антралиловой кислоты, константа липофильности ($\log P$), противовоспалительная активность, структура-активность.

**THE RESEARCHES OF RELATIONSHIP OF STRUCTURE
WITH ANTI-INFLAMMATORY ACTIVITY OF N- ALKYL SUBSTITUTED
DERIVATIVES OF ANTHRANILIC ACID WITH USE THE FACTOR
OF DISTRIBUTION OCTANOL-WATER**

Korkodinova L.M., Andryukov K.V., Veykhman G.A., Endaltseva O.S., Vizgunova O.L.

Perm state pharmaceutical academy, Perm, e-mail: k_andrukov@mail.ru

The values of factor of distribution octanol-water ($\log P$) of 17 substances of N-alkylsubstituted derivatives of anthranilic acid by a spectrophotometric method are defined. It is transacted the analysis of regression and received 3 correlation equations connecting the $\log P$ with experimentally defined anti-inflammatory activity (AIA_{exp}). For the purpose check of suitability of the made correlation equations for prediction of AIA, the values $\log P$ of 7 new substances are experimentally defined. Values of anti-inflammatory action with use of the made equations are calculated. It is experimentally defined AIA_{exp} of investigated 7 substances which by results of biological tests are active. For carrying out of an estimation of prediction AIA in comparison with experimentally certain values of an average square-law error of the prediction are calculated. As a result of check it is revealed, that use of the equations of linear and logarithmic dependences $S = 9,90$ and $S = 9,44$, accordingly, leads to more exact results of prediction of AIA. Following the results of an estimation of quality of the prediction it is possible to draw a conclusion, that the calculated equations (1) and (2) can be used in the further researches for search of active substances with anti-inflammatory action among of N- alkylsubstituted derivatives of anthranilic acid.

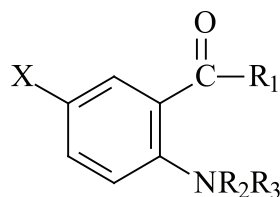
Keywords: N-alkylsubstituted derivatives of anthranilic acid, a lipophilicity constant ($\log P$), anti-inflammatory activity, structure-activity

Липофильность – физико-химический параметр, вызывающий большой интерес в QSAR исследованиях благодаря значительной роли в описании динамических и фармакокинетических аспектов действия биологически активных соединений [5]. Многие из процессов распределения веществ зависят от способности их пересечь мембраны, которая измеряется количественно константой распределения в системе 1 – октанол-вода ($\log P$) [7]. Вещества с большим значением $\log P$ высоколипофильны и легко проника-

ют через клеточную мембрану, а с низкой – не способны к проникновению в клетку [2, 3].

Цель данной работы заключается в установлении количественной зависимости между экспериментально определенными значениями коэффициента распределения октанол – вода ($\log P$) и величиной противовоспалительной активности (ПВА). Объектом исследования являются производные антралиловой кислоты, при атоме азота которых содержатся ацильные, аллильные или 3-хлорбутен-

2-ильный заместители, под общим на- водные антраниловой кислоты (17 соеди-
званием N-алкилзамещенные произ- нений).



- $X = H, R_1 = NHCH_2CH = CH_2, R_2 = H, R_3 = COCH_2Cl$ (I);
 $X = H, R_1 = NHCH_2CH = CH_2, R_2 = H, R_3 = COCH_2CH_2CH_3$ (II);
 $X = H, R_1 = OH, R_2 = H, R_3 = COCH_2Cl$ (III);
 $X = Br, R_1 = NH_2, R_2 = H, R_3 = COCH_2Cl$ (IV);
 $X = Br, R_1 = NH_2, R_2 = H, R_3 = COCH_2CH_2CH_2Cl$ (V);
 $X = Br, R_1 = NHCH_2CH = CH_2, R_2 = H, R_3 = COCH_2CH_2Cl$ (VI);
 $X = H, R_1 = OH, R_2 = H, R_3 = COCONHCH_2CH = CH_2$ (VII);
 $X = H, R_1 = OH, R_2 = H, R_3 = COCH_3$ (VIII);
 $X = H, R_1 = OH, R_2 = H, R_3 = CH_2CH = CH_2$ (IX);
 $X = H, R_1 = OH, R_2 = H, R_3 = CH_2CH = C(Cl)CH_3$ (X);
 $X = H, R_1 = NHC_6H_4(4-Br), R_2 = H, R_3 = CH_2CH = C(Cl)CH_3$ (XI);
 $X = H, R_1 = NHC_6H_4(2-CH_3), R_2 = H, R_3 = CH_2CH = C(Cl)CH_3$ (XII);
 $X = H, R_1 = NHC_6H_4(4-Br), R_2 = COCH_3, R_3 = CH_2CH = C(Cl)CH_3$ (XIII);
 $X = H, R_1 = NHC_6H_5, R_2 = H, R_3 = CH_2CH = C(Cl)CH_3$ (XIV);
 $X = H, R_1 = NHC_6H_4(2-CH_3), R_2 = COCH_3, R_3 = CH_2CH = C(Cl)CH_3$ (XV);
 $X = H, R_1 = NHC_6H_4(4-OCH_3), R_2 = COCH_3, R_3 = CH_2CH = C(Cl)CH_3$ (XVI);
 $X = H, R_1 = NHCH_2CH_2OH, R_2 = H, R_3 = COCONHCH_2CH = CH_2$ (XVII).

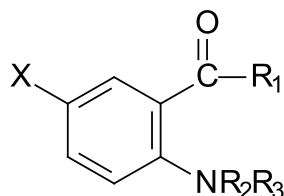
Для изучения количественной зависимости фармакологического действия от физико-химических свойств соединений экспериментально определены величины коэффициента распределения октанол-вода ($\log P_{\text{эксп}}$) спектрофотометрическим методом [6, 8]. Полученные результаты и их метрологические характеристики (S – стандартное отклонение среднего результата, $\pm \Delta \log P$ средний и – значение относительной погрешности среднего результата при уровне значимости ($\alpha = 0,05$)) для 17 соединений этого ряда (I–XVII), приведены в табл. 1. Значения $\log P_{\text{эксп}}$ лежат в интервале от 0,56 до 3,20.

Для исследования связи структура – противовоспалительная активность использовали значения $PBA_{\text{эксп}}$ (%), определенные через 4 часа, а для соединений $PBA_{\text{эксп}}$, ко-

торых определено через 3 и 5 часов, среднее значение (табл. 1).

С целью установления корреляционной зависимости между константой липофильности и $PBA_{\text{эксп}}$ был проведен регрессионный анализ с использованием программы Statistica 6. В результате составлены три однопараметровых уравнения линейной, логарифмической и квадратичной регрессии (табл. 2), значимость которых была доказана с помощью вычисленного значения r , при $\alpha = 0,05$, критериев Фишера и Стьюдента.

Для того чтобы проверить прогнозирующую способность составленных регрессионных уравнений, определены значения $\log P_{\text{эксп}}$ семи новых соединений из ряда N-алкилзамещенных производных антраниловой кислоты (XVIII–XXIV) (табл. 3).



- $X = H, R_1 = NH_2, R_2 = H, R_3 = CH_2CH = CH_2$ (XVIII);
 $X = H, R_1 = NHC_6H_4(3-CH_3), R_2 = H, R_3 = CH_2CH = C(Cl)CH_3$ (XIX);

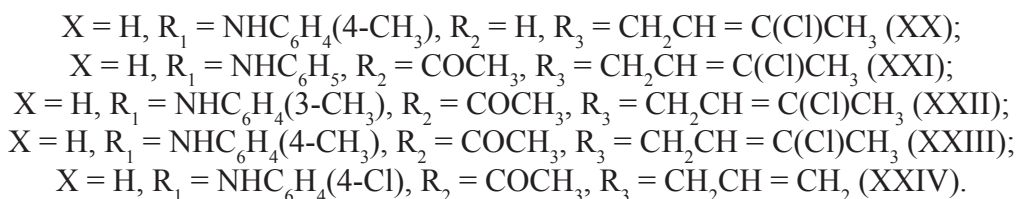


Таблица 1

Противовоспалительная активность и константы липофильности N-алкилзамещенных производных антралиновой кислоты (I–XVII)

Соединение	Метрологические характеристики $\log P_{\text{эксп}}$				ПВА _{эксп} , %
	$\log P_{\text{эксп}}$ средний	S	$\pm \Delta \log P_{\text{эксп}}$ средний	$\bar{\epsilon}$	
I	1,48	0,0176	0,08	2,97	39,85
II	1,82	0,0167	0,07	2,27	25,00
III	0,78	0,0120	0,05	3,84	33,50
IV	2,05	0,0120	0,05	1,45	44,95
V	2,08	0,0176	0,08	2,11	38,75
VI	2,73	0,0153	0,07	1,39	47,50
VII	0,99	0,0120	0,05	3,03	14,50
VIII	0,56	0,0100	0,04	4,44	24,90
IX	1,87	0,0176	0,08	2,35	37,00
X	1,47	0,0153	0,07	2,58	48,50
XI	1,47	0,0219	0,09	3,70	18,90
XII	3,20	0,0120	0,05	0,93	59,00
XIII	2,35	0,0153	0,07	1,61	40,40
XIV	2,70	0,0186	0,08	1,71	62,00
XV	2,70	0,0318	0,14	2,92	50,10
XVI	2,27	0,0233	0,10	2,56	42,40
XVII	1,14	0,0176	0,08	3,85	39,00

Таблица 2

Корреляционные уравнения взаимосвязи значений констант липофильности с ПВА_{эксп}

№ п/п	Корреляционное уравнение	N	R	F	t	p
1	$PVA_{\text{эксп}} = 15,305 + 12,825 \cdot \log P$	17	0,742	18,42	2,56	0,00064
2	$PVA_{\text{эксп}} = 29,402 + 42,773 \cdot \log (\log P)$	17	0,686	13,37	8,23	0,00234
3	$PVA_{\text{эксп}} = 25,293 + 3,474 \cdot \log P^2$	17	0,758	20,33	6,76	0,00042

Таблица 3

Константы липофильности N-алкилзамещенных производных антралиновой кислоты (XVIII–XXIV)

Соединение	Метрологические характеристики $\log P_{\text{эксп}}$			
	$\log P_{\text{эксп}}$ средний	S	$\pm \Delta \log P_{\text{эксп}}$ средний	$\bar{\epsilon}$
XVIII	1,73	0,0186	0,08	2,66
XIX	2,82	0,0203	0,09	1,79
XX	2,71	0,0203	0,09	1,85
XXI	2,30	0,0219	0,09	2,36
XXII	2,80	0,0208	0,09	1,85
XXIII	2,62	0,0120	0,05	1,14
XXIV	2,84	0,0145	0,06	1,27

Полученные результаты $PBA_{\text{расч}}$ и доверительные интервалы индивидуального предсказанного значения ($\Delta PBA_{\text{расч}}$) при-

ведены в табл. 4. Доверительный интервал индивидуального предсказанного значения рассчитывали по формуле (1) [1]:

$$\Delta PBA_{\text{расч}} = t_{0,05}(n-k) \cdot S \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \sum_m \frac{(x_0^m - \bar{x}^m)^2}{Q_x^m}}, \quad (1)$$

где $t_{0,05}$ – коэффициент Стьюдента при уровне значимости ($\alpha = 0,05$); n – число наблюдений в уравнении ($n = 17$); k – число оцениваемых параметров регрессионной модели ($k = 2$); m – независимая переменная, используемая в уравнении регрессии ($\log P$); S – среднее квадратичное отклонение ошибок наблюдений; x_0^m – значение независимой переменной ($\log P$), исполь-

зуемой в расчётах; $\bar{x}^m$ – среднее значение независимой переменной ($\log P$), входящей в расчётную модель; Q_x^m – сумма квадратов отклонений независимой переменной ($\log P$), используемой в расчётной модели.

Теоретически рассчитанные величины PBA соединений (XVIII–XXIV) подтверждены экспериментальными данными, которые представлены в табл. 4.

Таблица 4

Теоретически рассчитанные и экспериментальные значения PBA N-алкилзамещенных производных антраиловой кислоты (XVIII–XXIV)

Соединение	ПВА _{расч} , %						ПВА _{эксп} , %
	уравнение (1)		уравнение (2)		уравнение (3)		
	ПВА _{расч}	ΔПВА _{расч}	ПВА _{расч}	ΔПВА _{расч}	ПВА _{расч}	ΔПВА _{расч}	
XVIII	37,49	17,01–57,98	39,58	17,35–61,82	35,69	15,77–55,62	51,6
XIX	51,47	30,11–72,83	48,66	25,48–71,84	52,92	32,15–73,69	53,6
XX	50,06	28,89–71,23	47,92	24,95–70,90	50,81	30,22–71,40	40,6
XXI	44,80	24,15–65,46	44,87	22,45–67,30	43,67	23,58–63,76	57,3
XXII	51,22	29,89–72,54	48,53	25,39–71,67	52,53	31,79–73,27	49,7
XXIII	48,91	27,88–69,94	47,29	24,47–70,12	49,14	28,69–69,59	45,4
XXIV	51,73	30,33–73,12	48,79	25,57–72,01	53,31	32,50–74,12	56,8

При сопоставлении значений противовоспалительной активности $PBA_{\text{расч}}$ с $PBA_{\text{эксп}}$ выявлено, что все значения $PBA_{\text{эксп}}$ входят в доверительный интервал индивидуального предсказанного значения.

Для проведения сравнительной оценки качества прогнозирования $PBA_{\text{расч}}$ с помощью полученных уравнений (1)–(3) (табл. 2) вычислены значения средней квадратичной ошибки прогноза: $S_1 = 9,90$, $S_2 = 9,44$ и $S_3 = 10,75$. Величина средней квадратичной ошибки свидетельствует о том, что использование уравнений (1) и (2) ($S_1 = 9,90$ и $S_2 = 9,44$) приводит к более точным результатам прогнозирования $PBA_{\text{расч}}$ в сравнении с уравнением (3).

По расчётам процент торможения каррагинового отёка составил свыше 30%. Экспериментально определенные значения PBA для соединений XVIII–XXIV находятся в интервале 40,60–57,30%.

Таким образом, можно сделать вывод, что составленные уравнения (1) и (2) могут быть использованы в дальнейших

исследованиях для целенаправленного синтеза новых активных соединений с противовоспалительным действием в ряду N-алкилзамещенных производных антраиловой кислоты.

Экспериментальная часть

Экспериментальное определение величины коэффициента распределения октанол – вода N-алкилзамещенных производных антраиловой кислоты проводилось спектрофотометрическим методом в системе «октанол – вода» [6, 8]. Полученные результаты и их метрологические характеристики (S – стандартное отклонение среднего результата, $\pm \Delta \log P$ средний и – значение относительной погрешности среднего результата при уровне значимости ($\alpha = 0,05$)) для 24 соединений этого ряда (I–XXIV), приведены в табл. 1 и 3.

Противовоспалительное действие соединений (I–XXIV) (табл. 1 и 4) исследовали на белых нелинейных крысах массой 200–220 г на модели каррагинового отёка.

Изучаемые вещества вводили внутривенно в дозе 50 мг/кг в виде водной суспензии, стабилизированной твином-80, за 1 ч до инъекции флогогена. Крысам контрольной серии вводили эквивалентное количество раствора твина. В качестве препарата сравнения использовали ортофен, который вводили из расчёта 10 мг/кг в условиях, аналогичных описанным для тестируемых соединений. Объем лап животных измеряли онкометрически до и через 3, 4 и 5 ч после инициации воспаления [4]. Эффект оценивали по уменьшению прироста отека лап в сравнении с контрольной группой крыс.

Список литературы

1. Вуколов Э.А. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов STATISTICA и EXCEL: учебное пособие. – 2-е изд., испр. и доп. – М., 2008. – С. 161–189.
2. Ландау М.А. Молекулярный механизм действия физиологически активных соединений. – М., 1981. – С. 153–158.
3. Матюшин А.А. Оценка липофильности некоторых антиоксидантов нового поколения / А.А. Матюшин, Д.А. Царев, М.А. Григоренко // Фармация. – 2008. – № 5. – С. 23–29.
4. Марданова Л.Г. Биологическая активность и взаимосвязь «структура – действие» некоторых метаболитов триптофана и их производных: дис. ... д-ра фармац. наук. – Пермь: Пермск. гос. фармац. академия, 2003. – 338 с.
5. Раевский О.А. Дескрипторы молекулярной структуры в компьютерном дизайне биологически активных веществ // Успехи химии. – 1999. – Т. 68. – № 6. – С. 555–575.
6. Avdeef A. Absorption and Drug Development, Wiley-Interscience, Hoboken, NJ. – 2003. – 287 p.
7. Kubinyi. H. QSAR: Hansch Analysis and Related Approaches // Wiley-VCH, Weinheim. – 1993. pp. 21–56.

8. Leo A. Some advantages of calculating octanol-water partition coefficients // J. Pharm. Sci. – 1987. – Vol. 76. – P. 166–168.

References

1. Vukolov E.A. Osnovy statisticheskogo analiza. Praktikum po statisticheskim metodam i issledovaniyu operatsij s ispolzovaniem paketov statistica i excel: uchebnoe posobie. 2-e izd., ispr. i dop., Moskva. 2008. pp. 161–189.
2. Landau M.A. Molekulyarnyj mekhanizm dejstviya fiziologicheski aktivnykh soedinenij. M., 1981. pp. 153–158.
3. Matyushin A.A. Otsenka lipofilnosti nekotorykh antioksidantov novogo pokoleniya, *Farmatsiya*, 2008. no. 5. pp. 23–29.
4. Mardanova, L.G. Biologicheskaya aktivnost i vzaimosvyaz «struktura – dejstvie» nekotorykh metabolitov triptofana i ikh proizvodnykh: dis. ...doktora farmats. nauk. Perm, Permsk. gos. farmats. akademiya, 2003. 338 p.
5. Raevskij, O.A. Deskriptory molekulyarnoj struktury v kompyuternom dizajne biologicheski aktivnykh veshchestv, *Uspekhi khimii*, 1999. vol. 68. no. 6. pp. 555–575.
6. Avdeef, A. Absorption and Drug Development, Wiley-Interscience, Hoboken, NJ. 2003. 287 p.
7. Kubinyi. H. QSAR: Hansch Analysis and Related Approaches. Wiley-VCH, Weinheim. 1993. pp. 21–56.
8. Leo A. Some advantages of calculating octanol-water partition coefficients, *J. Pharm. Sci.*, 1987. Vol. 76. pp. 166–168.

Рецензенты:

Игидов Н.М., д.фарм.н., профессор кафедры органической химии, ГБОУ ВПО ПГФА Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Пермь;

Вихарева Е.В., д.фарм.н., профессор, зав. кафедрой аналитической химии, ГБОУ ВПО ПГФА Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Пермь.

Работа поступила в редакцию 03.06.2013.

УДК 616.831-005.4-085.31: 547.466.3

**НЕЙРОПРОТЕКТОРНОЕ ДЕЙСТВИЕ НОВОГО ПРОИЗВОДНОГО
ГАМК-РГПУ-195 ПРИ ИШЕМИИ ГОЛОВНОГО МОЗГА****Мазина Н.В., Волотова Е.В., Куркин Д.В.***Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, e-mail: fibfuv@mail.ru*

Целью проведённого исследования явилось изучение нейропротекторного действия нового производного ГАМК-соединения под лабораторным шифром РГПУ-195 в различных дозах на модели ишемии головного мозга, вызванной необратимой одномоментной окклюзией общих сонных артерий. Методы: исследование выполнено на крысах самцах. Нарушение мозгового кровообращения моделировалось путём необратимой билатеральной окклюзии общих сонных артерий, за 30 минут до которой вводилось исследуемое соединение – РГПУ-195 в дозах 11, 22, 44 и 88 мг/кг или препарат сравнения фенибут в дозе 25 мг/кг. Через 72 часа после окклюзии общих сонных артерий оценивали степень неврологического дефицита по шкале McGraw, психофизиологическое состояние животных в тестах «открытого поля», «условной реакции пассивного избегания», «экстраполяционного избегания». Результаты: при необратимой окклюзии общих сонных артерий профилактическое введение соединения РГПУ-195 в дозе 44 мг/кг оказывало нейропротекторное действие, что заключалось в снижении смертности животных, уменьшении выраженности у них неврологического, когнитивного и поведенческого дефицита по сравнению с животными, получавшими в тех же условиях физиологический раствор. Заключение: целесообразно дальнейшее углублённое изучение нейропротекторных свойств соединения РГПУ-195 продолжить в дозе 44 мг/кг.

Ключевые слова: ГАМК, ишемия, головной мозг, выживаемость, неврологический дефицит, крысы**NEUROPROTECTIVE ACTION OF NEW GABA DERIVATIVE –
RGPU-195 IN CEREBRAL ISHEMIA****Mazina N.V., Volotova E.V., Kurkin D.V.***Volgograd State Medical University, Volgograd, e-mail: fibfuv@mail.ru*

The purpose of this research is to investigate a neuroprotective action of compound RGPU-195 – new GABA derivative, that was using in few doses on model of brain ischemia caused by bilateral common carotid artery occlusion (BCCAO). Methods: in this research we used male rats. Brain ischemia was modelling by permanent BCCAO. Animals received a treatment 30 minutes before occlusion. RGPU-195 was used in doses 11, 22, 44 и 88 mg/kg. Phenibut was used as comparison drug in dose 25 mg/kg. 72 hours after permanent BCCAO we assessed severity of neurological deficit by McGraw score. Psychoneurological condition of animals was assessed in «open field», «passive avoidance task», «Extrapolation Escape Task». Results: compound RGPU-195 in dose 44 mg/kg produces neuroprotective action in prophylactic use in animals with permanent BCCAO that was expressed in reduction of animals mortality, reduction both of neurological and cognitive deficit in comparison with control group of animals that recieved saline solution as a treatment. Conclusion: there is expedient to make a in-depth research of neuroprotective action of compound RGPU-195 in dose 44 mg/kg.

Keywords: GABA, brain ischemia, mortality, neurological deficit, rats

Сосудистые заболевания головного мозга продолжают оставаться одной из важнейших проблем в современном здравоохранении, поскольку во всем мире заболеваемость, инвалидизация и смертность от данной нозологии остаются на высоком уровне. В структуре терапевтического воздействия при цереброваскулярных заболеваниях одним из направлений является эффективная и своевременно начатая нейропротекторная терапия, которая обеспечивает увеличение периода выживания нейронов в условиях повреждающего действия каскада нейробиохимических реакций как при острых сосудистых катастрофах (инсульт, травма и др.), так и при хронических патологических процессах в нервной системе [1, 7]. Существует огромное количество препаратов, позиционирующихся как нейропротекторные, в том числе и препараты с ГАМКергическим механизмом действия [5, 6]. В результате исследований, проведённых на кафедре фармакологии и биофарма-

ции ФУВ ВолГМУ, было выявлено вещество под лабораторным шифром РГПУ-195, являющееся производным ГАМК и обладающее ноотропным, анксиоседативным, антидепрессантным, стресспротективным действием [3,4]. Совокупность данных свойств позволяет предположить наличие у данного соединения и нейропротекторной активности, поэтому целью работы стало изучение возможного нейропротективного действия нового производного ГАМК-соединения РГПУ-195 в различных дозах на модели ишемии головного мозга, вызванной необратимой одномоментной окклюзией общих сонных артерий.

Материалы и методы исследования

Эксперимент проведён на половозрелых крысах-самцах массой 200–220 г. В ходе исследования были сформированы следующие группы: группа ложнооперированных животных (ЛО); контрольная группа (негативный контроль) – животные, подвергшиеся необратимой одномоментной окклюзии общих сонных артерий, получавших физиологический раствор;

пять групп животных, получавших в тех же условиях исследуемое соединение РГПУ-195 в дозах соответственно 11, 22, 44 и 88 мг/кг и препарат сравнения фенибут в дозе 25 мг/кг.

Нарушение мозгового кровообращения моделировалось путём необратимой билатеральной окклюзии общих сонных артерий на наркотизированных хлоралгидратом (400мг/кг внутривенно) крысах [2]. Все препараты вводились внутривенно однократно за 30 минут до наложения лигатур на общие сонные артерии. Животным ЛО группы подвешивались лигатуры под общие сонные артерии без дальнейшего их затягивания.

О нейропротекторном действии исследуемого производного ГАМК (соединения РГПУ-195) судили по его влиянию на выживаемость, степень развития неврологического дефицита у животных с недостаточностью мозгового кровообращения. Неврологический дефицит регистрировался по шкале McGrow через 6, 12, 24, 48 и 72 часа после моделирования патологии. Для оценки когнитивной и мнестической функции использовались тесты: «условная реакция пассивного избегания» (УРПИ) и «тест экстраполяционного избегания» (ТЭИ), для оценки двигатель-

ной и ориентировочно-исследовательской активности – тест «открытое поле» (ОП).

Обработку данных проводили с помощью пакета программ Microsoft Excel и BioStat 2008 5.2.5.0. Результаты представлены в виде средней (М) и стандартной ошибки средней ($\pm m$), достоверность показателей в сравниваемых группах оценивали с помощью рангового однофакторного критерия Крускала–Уоллиса, критерия Данна, критерия Фишера.

Результаты исследования и их обсуждение

Необратимая окклюзия общих сонных артерий приводила к гибели животных. Суммированные данные представлены в табл. 1. Так к концу третьих суток в группе негативного контроля процент летальных исходов составил 70%. Профилактическое однократное введение исследуемого соединения в дозе 22 и 44 мг/кг оказывало защитный эффект, о чём свидетельствовало достоверно меньшее количество летальных исходов в указанных группах (табл. 1)

Таблица 1

Летальность животных после необратимой окклюзии общих сонных артерий

Группа животных	Доза, мг/кг	Время после окклюзии общих сонных артерий									
		6 ч		12 ч		24 ч		48 ч		72 ч	
		n/N	%	n/N	%	n/N	%	n/N	%	n/N	%
ЛО	-	0/10	0%	0/10	0%	0/10	0%	0/10	0%	0/10	0%
Контроль	-	5/20	25%	6/20	30%	8/20	40%	12/20	60%	14/20	70%
РГПУ-195	11	2/10	20%	3/10	30%	5/10	50%	6/10	60%	6/10	60%
	22	1/10	10%	2/10	20%	4/10	40%	4/10	40%	4/10	40%*
	44	0/10	0%	2/10	20%	3/10	30%	3/10	30%*	3/10	30%*
	88	0/10	0%	3/10	30%	4/10	40%	5/10	50%	6/10	60%
Фенибут	25	2/20	10%	4/20	20%	6/20	30%	8/20	40%	8/20	40%*

Примечание: *n* – количество умерших животных; *N* – количество животных в группе; ЛО – ложнооперированные животные; % – процент летальных исходов в группе; * – различия достоверны по сравнению с контрольной группой ($p < 0,05$, критерий Фишера).

Степень неврологического дефицита у животных контрольной группы после моделирования ишемии возрастала в первые 24 часа с $5,9 \pm 0,63$ до $7,3 \pm 0,56$ балла. В последующие 48 часов происходило повышение балла неврологического дефицита до $7,8 \pm 0,79$. У выживших животных наблюдались вялость, односторонний и двусторонние блефароптозы, общий тремор, маневные движения, парезы одной из конечностей.

У животных, получавших соединение РГПУ-195 в дозах 22 и 44 мг/кг, а также фенибут, суммарный индекс McGrow по сравнению с показателями контрольной группы был достоверно ниже (табл. 2). Так, к 72 часу наблюдений эти показатели составили соответственно $5,6 \pm 1,22$, $4,5 \pm 1,21$ и $5,15 \pm 0,95$ балла, что на

22; 42 и 34% ниже, чем в контрольной группе.

При оценке двигательной и ориентировочно-исследовательской активности в тесте ОП установлено, что животные, получавшие РГПУ-195 в дозе 44 мг/кг и фенибут, пересекали большее количество квадратов и выполняли большее количество стоек и заглядываний в норки, чем животные негативного контроля (рис. 1).

В тестах УРПИ и ТЭИ через 72 часа после окклюзии общих сонных артерий у животных оценивали мнестическую функцию. Исследуемое соединение РГПУ-195 в дозе 22 и 44 мг/кг, а также фенибут в дозе 25 мг/кг увеличивали латентный период первого захода в темный отсек в тесте УРПИ, при этом уменьшали количество животных в группе, посетивших его, а также уменьшали латент-

ный период решения экстраполяционной задачи и увеличивали число животных, решив-

ших ее в тесте ТЭИ, по сравнению с группой негативного контроля (рис. 2).

Таблица 2

Степень неврологических нарушений у животных после окклюзии сонных артерий

Группы животных	Доза, мг/кг	Время после окклюзии сонных артерий				
		6 часов	12 часов	24 часа	48 часов	72 часа
ЛО	-	0,3 ± 0,081	0	0	0	0
Контроль-ишемия	-	5,85 ± 0,63*	6,85 ± 0,52*	7,3 ± 0,56*	7,82 ± 0,63*	7,75 ± 0,79*
РГПУ-195	11	5,5 ± 0,86	6,0 ± 0,98	6,9 ± 1,1	7,7 ± 0,99	7,5 ± 1,3
	22	4,8 ± 0,77	4,9 ± 0,87	5,6 ± 1,21	5,6 ± 1,23	5,6 ± 1,23
	44	4,1 ± 0,43 [#]	4,5 ± 0,97 [#]	4,5 ± 1,22 [#]	4,6 ± 1,20 [#]	4,5 ± 1,21 [#]
	88	4,2 ± 0,48 [#]	5,6 ± 0,98	5,7 ± 1,22	6,2 ± 1,28	7,3 ± 1,12
Фенибут	25	5,0 ± 0,47	5,72 ± 0,57	5,8 ± 0,70	5,52 ± 0,87 [#]	5,15 ± 0,91 [#]

Примечание: * – различия достоверны по сравнению с ЛО группой ($p < 0,05$); [#] – различия достоверны по критерию Данна в сравнении с группой негативного контроля (контроль-ишемия) ($p < 0,05$).

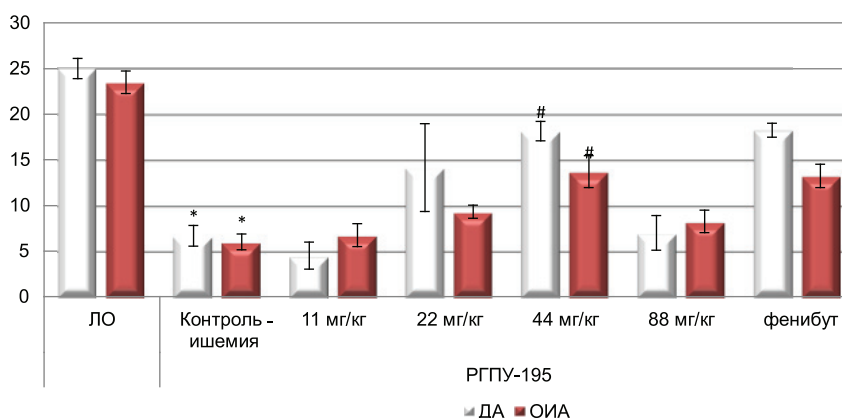


Рис. 1. Двигательная и ориентировочно-исследовательская активность животных через 72 часа после необратимой одномоментной окклюзии общих сонных артерий. Примечание: ДА – двигательная активность (количество пересечённых квадратов животными в тесте ОП); ОИА – ориентировочно-исследовательская активность (количество суммированных актов стоек и заглядываний в норки; * – различия достоверны по критерию Данна в сравнении с ЛО ($p < 0,05$); [#] – различия достоверны по критерию Данна в сравнении с контрольной группой ($p < 0,05$).

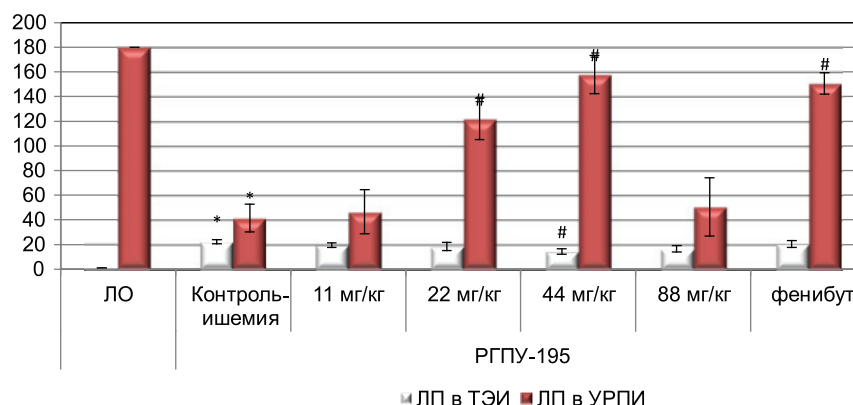


Рис. 2. Оценка когнитивной и мнестической функции животных через 72 часа после необратимой одномоментной окклюзии общих сонных артерий. Примечание: ЛП – латентный период (с); ЛО – ложнооперированные животные; * – различия достоверны по критерию Данна в сравнении с ЛО ($p < 0,05$); [#] – различия достоверны по критерию Данна в сравнении с контрольной группой ($p < 0,05$).

Заключение

Таким образом, необратимая окклюзия общих сонных артерий сопровождается высокой смертностью животных с развитием у них тяжелого психоневрологического дефицита. В указанных условиях максимально высокой нейропротективной активностью, реализующейся в увеличении количества выживших животных, уменьшении степени выраженности неврологических, поведенческих нарушений и благоприятным течением клинической картины обладает соединение РГПУ-195 в дозе 44 мг/кг. Полученные результаты исследований являются экспериментальным обоснованием целесообразности дальнейшего углубленного изучения производного ГАМК-соединения под лабораторным шифром РГПУ-195 в дозе 44 мг/кг в качестве потенциального нейропротектора в условиях ишемии головного мозга.

Список литературы

1. Виничук С.М. Новые возможности патогенетической коррекции ишемических повреждений ткани головного мозга: взгляд на проблему. – Укр. Мед. Часопис, 2(70). – III/IV 2009.
2. Волотова Е.В., Мазина Н.В., Куркин Д.В., Тюренков И.Н. Нейропротективное действие гидрохлорида β-фенилглутаминовой кислоты (РГПУ-135) при недостаточности мозгового кровообращения у крыс // Вестник ВолгГМУ. – 2013. – № 1.
3. Волотова Е.В. Изучение действия производных гамма-аминомасляной и глутаминовой кислот при ишемии головного мозга в условиях блокады синтеза оксида азота / Е.В. Волотова, Н.В. Мазина, Д.А. Бакулин, Е.В. Петрова, О.Г. Шишлянникова // Инновации в современной фармакологии: IV Съезд фармакологов России 18–21 сентября 2012. – Казань 2012. – С. 38.
4. Епишина В.В. Сравнительное изучение психотропной активности гетероциклических производных гамма-аминомасляной и глутаминовой кислот: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Волгоград, 2006.

5. Сравнительная оценка нейропротекторного действия фенибута и пирацетама в условиях экспериментальной ишемии мозга у крыс / И.Н. Тюренков, М.Н. Багметов, В.В. Епишина, Л.Е. Бородкина, А.В. Воронков // Экспериментальная и клиническая фармакология. – 2006. – Т. 69, № 3. – С. 19–22.

6. Церебропротекторное действие ГАМК-ергических средств при ишемии головного мозга / И.Н. Тюренков, Л.Е. Бородкина, М.Н. Багметов, В.В. Епишина // Психофармакология и биологическая наркология. – 2007. – Т. 7, Ч. 2. – С. 1982.

7. Острая церебральная недостаточность / В.И. Черный, В.Н. Ельский, Г.А. Городник, А.Н. Колесников. – Донецк: ООО «ИПП «Промінь», 2007. – 514 с.

References

1. Vinichuk S.M. Ukr. Med. Chasopis, 2(70) – III/IV 2009.
2. Volotova E.V., Mazina N.V., Kurkin D.V., Tyurenkov I.N. Vestnik VolgGMU. 2013. no. 1.
3. Volotova E.V., Mazina N.V., Bakulin D.A., Petrova E.V., Shishljannikova O.G. //Kazan' IV Sezd farmakologov Rossii «Innovacii v sovremennoj farmakologii» Kazan' 2012. pp. 38.
4. Epishina V.V. Avtoreferat, dis. kand. med. nauk. Volgograd, 2006.
5. Tyurenkov I.N., Bagmetov M.N., Epishina V.V., Borodkina L.E., Voronkov A.V. Jeksperimental'naja i klinicheskaja farmakologija. 2006, T. 69, no. 3. pp. 19–22.
6. Tyurenkov I.N. Zhurnal «Psihofarmakologija i biologicheskaja narkologija». 2007. T.7, Ch.2. pp. 1982.
7. Chernij V.I., El'skij V.N., Gorodnik G.A., Kolesnikov A.N. Ostraja cerebral'naja nedostatocnost'. Doneck 2007. 514 p.

Рецензенты:

Бородкина Л.Е., д.м.н., доцент кафедры фармакологии и биофармации, ФУВ ГБОУ ВПО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Волгоград;

Бугаева Л.И., д.б.н., профессор, заместитель директора НИИ фармакологии ГБОУ ВПО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава-соцразвития России, г. Волгоград;

Работа поступила в редакцию 03.06.2013.

УДК 615.32

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ НЕКОТОРЫХ ДИКОРАСТУЩИХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ ЮГО-ЗАПАДНЫХ РАЙОНОВ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

¹Турышев А.Ю., ²Рябинин А.Е., ¹Яковлев А.Б., ¹Олешко Г.И.

¹ГБОУ ВПО «Пермская государственная фармацевтическая академия»,
Пермь, e-mail: aleksej2@mail.ru;

²ОАО «Ирбитский химфармзавод», Ирбит

Данная статья посвящена комплексной оценке состояния популяций душицы обыкновенной, зверобоев продырявленного и пятнистого, пижмы обыкновенной, полыни горькой, пустырника пятилопастного и тысячелистника обыкновенного на территории Артинского, Ачитского и Красноуфимского районов Свердловской области с целью наполнения электронного кадастра дикорастущих лекарственных растений Среднего Урала. Приведена характеристика ресурсов некоторых видов лекарственных растений и результатов оценки качества сырья, заготавливаемого от этих растений. Проведен статистический анализ содержания действующих (экстрактивных) веществ и плотностей запасов лекарственного растительного сырья, заготовленного от исследуемых видов, рассчитаны суммарные показатели качества сырья (показатель сырьевой ценности популяций и показатель сырьевой ценности района). На основе полученных данных выявлены районы, наиболее перспективные для возможных заготовок лекарственного растительного сырья.

Ключевые слова: Свердловская область, Средний Урал, лекарственные растения, ресурсоисследовательские исследования, оценка качества лекарственного растительного сырья

COMPLEX EVALUATION OF SOME WILD MEDICINAL PLANTS' STATUS OF SVERDLOVSK REGION SOUTHWEST AREAS

¹Turyshev A.Y., ²Ryabinin A.E., ¹Yakovlev A.B., ¹Oleshko G.I.

¹The Perm Pharmaceutical Academy, Perm, e-mail: aleksej2@mail.ru;

²The Open Joint Stock Company «Irbitsk Chemical and Pharmaceutical Plant», Irbitsk

The article is devoted to the complex status evaluation of *Origanum vulgare*, *Hypericum perforatum* and *Hypericum maculatum*, *Tanacetum vulgare*, *Artemisia absinthium*, *Leonurus quinquelobatus* and *Achillea millefolium* populations in Artye, Achit and Krasnoufimsk areas of Sverdlovsk region in order to fill in the electronic wild medicinal plants' cadastre of the Middle Urals. The resources characteristics of some medicinal plants' species and the evaluation results of the raw materials harvested from these plants are given. The statistical analysis of active (extractive) substances content and that of stock densities of medicinal plants' raw materials harvested from the species investigated have been carried out. The total raw materials' quality indexes (index of raw materials' population value and that of area value) have been calculated. The most promising areas for possible harvesting of medicinal plants' raw materials have been detected on the basis of the data obtained.

Keywords: Sverdlovsk region, Middle Urals, medicinal plants, resources investigation, evaluation of the medicinal plants' raw materials

Несмотря на то, что процент используемых в медицинской практике в России лекарственных препаратов (ЛП), произведенных на основе растительного сырья, снизился с 80% в начале XX до 40% к началу XXI века, потребность фармацевтической промышленности в лекарственном растительном сырье (ЛРС) остается довольно высокой. Возрастает число предприятий, занимающихся выпуском биологически активных добавок к пище на основе лекарственных растений (ЛР), что также увеличивает спрос на ЛРС.

Одновременно с этим необходимо заметить, что основные отечественные производители лекарственных трав и сборов (например, «Красногорсклекарства») значительную часть своей продукции изготавливают из импортного сырья, поставки осуществляются преимущественно из Польши, Болгарии, а также Египта и некоторых других стран [9].

Средний Урал является естественной средой обитания большого количества ЛР. Некоторые из них являются широко распространенными (мать-и-мачеха, тысячелистник обыкновенный, шавель конский и др.) и даже сорными (полынь горькая, пустырник пятилопастный и др.), другие встречаются реже (душица обыкновенная, череда трехраздельная и др.). Также есть виды, входящие в категорию редких и охраняемых (горицвет весенний, наперстянка крупноцветковая, пион уклоняющийся, родиола розовая и др.) [2, 6].

Однако данные по запасам лекарственного растительного сырья на территории Российской Федерации в целом и Свердловской области в частности носят фрагментарный характер и частично устарели.

Таким образом, на сегодняшний день нет достоверных актуальных сведений о сырьевой базе дикорастущих ЛР Свердловской области.

В связи с этим проблема комплексного изучения популяций лекарственных растений является актуальной и перспективной.

Целью нашей работы является получение массива ресурсоведческих и товароведческих данных о состоянии популяций юго-западных районов Свердловской области для последующего включения в электронный кадастр дикорастущих лекарственных растений Среднего Урала, разрабатывающийся на базе географических информационных систем.

В 2011 г. экспедицией Пермской государственной фармацевтической академии проведено изучение запасов некоторых представителей лекарственной флоры на территории Красноуфимского, Ачитского и Артинского районов Свердловской области.

Данные районы находятся на юго-западе Свердловской области в бассейне реки Уфа и ее притоков Бисерть и Сарана. Их общая площадь составляет 8267,9 км² (826 790 га).

В физико-географическом отношении данные районы располагаются на территории Уфимского плато Восточно-Европейской равнины и западного предгорного района Урала. Климат умеренно-континентальный, с продолжительной снежной, холодной зимой и коротким теплым летом. Данные районы находятся в подзоне широколиственно-хвойно-таежных лесов (пих-

тово-еловые с липой, кленом, ильмом) и подзоне северной лесостепи (осиново-березовые леса и луговые степи) и имеют типичную для них флору. Учитывая требования к территориям, на которых может производиться заготовка лекарственного растительного сырья, экологическую обстановку в районе можно признать достаточно благоприятной [2, 6].

Нами обследованы 178 популяций 7 видов дикорастущих ЛР, определены их продуктивные заросли, занимаемые площади. Для этих видов были рассчитаны основные ресурсоведческие характеристики, такие как биологический запас и эксплуатационный запас, возможный ежегодный объем заготовок. Во всех популяциях были заготовлены образцы сырья для установления их доброкачественности.

Данные исследования представлены в табл. 1.

Учитывая, что в качестве лекарственного растительного сырья у зверобоя продырявленного и зверобоя пятнистого используется один вид сырья – трава зверобоя, результаты по этим видам нами объединены.

Определение запасов сырья проводили по общепринятым методикам [1, 8].

Статистическую обработку результатов проводили по общепринятым методикам [3,10].

Таблица 1

Сводные данные о запасах сырья лекарственных растений в юго-западных районах Свердловской области

Район, запасы Лекарственное растение, сырьё	Артинский район		Ачитский район		Красноуфим- ский район		ИТОГО	
	S, га	ВОЕЗ, кг	S, га	ВОЕЗ, кг	S, га	ВОЕЗ, кг	S, га	ВОЕЗ, кг
Душица обыкновенная, трава	1,2	24	0,7	10	7,2	129	9,1	163
Зверобой продырявленный и Зверобой пятнистый, трава	26,1	393	10,4	111	22,9	372	58,4	876
Пустырник пятилопастной, трава	3,7	179	0	0	4,4	335	8,1	514
Полынь горькая, трава	183	14720	14	608	80,81	5303	278	20631
Тысячелистник обыкновен- ный, трава	12,7	172	0,6	7	11	123	24,3	302
Пижма обыкновенная, цветки	3,4	93	0,5	13	7,5	461	11,4	567

Примечание. * S – площадь обнаруженных популяций, ВОЕЗ – возможный объем ежегодной заготовки.

Сравнительный анализ плотностей запасов сырья (табл. 2) показал незначительное различие средних значений для травы душицы, тысячелистника и пустырника, в то время как плотность запаса сырья зверобоя, полыни горькой и пижмы значительно различается в районах.

Оценку качества образцов сырья проводили согласно требованиям действующей нормативной документации (НД) [3, 4, 5].

Во всех образцах сырья было установлено, что содержание золы общей и золы нерастворимой в 10% растворе кислоты хлористоводородной не превышает требуемых значений.

Таблица 2

Сравнительная оценка ПЗС ДЛР в районах исследования

№ п/п	Название сырья	Средняя ПЗС, кг/га			
		Ачитский район	Артинский район	Красноуфимский район	t*
1.	Трава душицы	85,64 ± 8,99	87,37 ± 4,89	93,71 ± 3,95	1. 0,17 2. 1,00 3. 0,82
2.	Трава зверобоя	87,72 ± 3,27	126,90 ± 4,55	130,83 ± 4,42	1. <u>6,99</u> 2. 0,61 3. <u>7,84</u>
3.	Трава полыни горькой	245,89 ± 10,74	311,05 ± 9,46	387,51 ± 10,46	1. <u>4,55</u> 2. <u>5,42</u> 3. <u>9,45</u>
4.	Трава тысячелистника	56,65 ± 3,89	69,59 ± 3,47	63,22 ± 2,39	1. <u>2,48</u> 2. 1,51 3. 1,44
5.	Трава пустырника	Единичные экземпляры	256,30 ± 14,16	265,94 ± 15,44	2. 0,46
6.	Цветки пижмы	136,58 ± 16,9	131,06 ± 6,15	271,71 ± 9,62	1. 0,31 2. <u>12,32</u> 3. <u>6,95</u>

Примечания:

* Экспериментальное значение критерия Стьюдента, полученное при сравнении результатов: 1 – Ачитского и Артинского районов; 2 – Артинского и Красноуфимского районов; 3 – Красноуфимского и Ачитского районов (подчеркивание указывает на достоверность различий в средних значениях при доверительной вероятности 95 % (одна черта) и 99 % (две черты).

В образцах травы душицы и тысячелистника было установлено содержание эфирного масла методом гидроdistилляции.

В траве зверобоя и цветках пижмы, заготовленных в районах исследования, устанавливали содержание суммы флавоноидов спектрофотометрическим методом [4, 7].

Траву полыни горькой и пустырника стандартизовали по содержанию экстрактивных веществ, извлекаемых 70 % спиртом этиловым.

Результаты исследования представлены в табл. 3.

В результате анализа образцов, заготовленных в исследуемых популяциях, установлено, что по содержанию действующих (экстрактивных) веществ все образцы сырья удовлетворяют требованиям соответствующих нормативных документов.

Проведенный сравнительный статистический анализ средних показателей содержания действующих (экстрактивных) веществ в сырье, заготовленном в обследованных районах, показал неоднородность накопления веществ в зависимости от районов исследования (табл. 4), что, на наш взгляд, объясняется геоботаническими особенностями мест обитания изучаемых видов в разных районах.

На основании данных, полученных в результате ресурсоведческих и фитохими-

ческих исследований, нами была проведена сравнительная оценка районов и популяций (табл. 5) по комплексным показателям «сырьевой ценности», предложенным в работах Турышева А.Ю. и Яковлева А.Б. [11, 12]

Для сравнения состояния популяций изучаемых растений районах «показатель сырьевой ценности популяции» (ПСЦП), который представляет собой произведение средних величин плотности запаса и содержания действующих (экстрактивных) веществ [12].

Сравнение районов по характеристикам популяций проводили по величине «показателя сырьевой ценности района» (ПСЦР), который представляет собой произведение ВООЗ сырья и среднего показателя содержания действующих (экстрактивных) веществ в данном районе [11].

Анализ суммарных показателей качества показал, что наиболее «ценные» популяции душицы обыкновенной, тысячелистника обыкновенного и пустырника пятилопастного (по содержанию экстрактивных веществ) расположены в Артинском районе, однако т.к. ВООЗ травы душицы и травы пустырника в Красноуфимском районе, а соответственно и «сырьевая ценность района» значительно выше, чем в Артинском, мы считаем, что заготовку травы душицы и пустырника рациональнее проводить в Красноуфимском районе.

Таблица 3

Содержание действующих (экстрактивных) веществ в образцах сырья № п/п	Название сырья (определяемый показатель, требования НД)	Интервал значений, %		
		Ачитский район	Артинский район	Красноуфимский район
1.	Трава душицы (содержание эфирного масла, не менее 0,1 %)	от 0,32 ± 0,03 до 0,51 ± 0,05	от 0,37 ± 0,04 до 0,62 ± 0,06	от 0,32 ± 0,03 до 0,52 ± 0,05
2.	Трава зверобоя (содержание флавоноидов в пересчете на рутин, не менее 1,5 %)	от 5,85 ± 0,09 до 8,22 ± 0,13	от 5,3 ± 0,08 до 8,94 ± 0,13	от 5,75 ± 0,09 до 9,70 ± 0,15
3.	Трава полыни горькой (содержание экстрактивных веществ, не менее 20 %)	от 33,37 ± 2,2 до 39,79 ± 2,4	от 26,22 ± 1,6 до 37,59 ± 2,4	от 22,39 ± 1,6 до 36,04 ± 2,3
4.	Трава тысячелистника (содержание эфирного масла, не менее 0,1 %)	от 0,1 ± 0,01 до 0,2 ± 0,01	от 0,1 ± 0,01 до 0,2 ± 0,01	от 0,1 ± 0,01 до 0,2 ± 0,01
5.	Трава пустырника (содержание экстрактивных веществ, не менее 15 %)	не определяли	от 23,6 ± 1,88 до 45,3 ± 3,17	от 27,1 ± 2,16 до 39,6 ± 3,56
	Трава пустырника (содержание иридоидов, не менее 0,3 %)	не определяли	от 0,3 ± 0,01 до 0,8 ± 0,02	от 0,3 ± 0,01 до 0,8 ± 0,03
6.	Цветки пижмы (содержание флавоноидов в пересчете на цинарозид, не регламентируется)	от 1,49 ± 0,06 до 1,49 ± 0,06	от 1,45 ± 0,06 до 1,91 ± 0,09	от 1,43 ± 0,06 до 1,81 ± 0,08

Таблица 4

Сравнительный статистический анализ содержания действующих (экстрактивных) веществ в сырье

№ п/п	Название сырья	Средние значения, %			
		Ачитский район	Артинский район	Красноуфимский район	t*
1.	Трава душицы (содержание эфирного масла)	0,415 ± 0,03	0,50 ± 0,02	0,39 ± 0,01	1. <u>2,53</u> 2. <u>4,44</u> 3. <u>0,59</u>
2.	Трава зверобоя (содержание флавоноидов)	7,03 ± 0,03	6,98 ± 0,03	7,17 ± 0,03	1. <u>1,26</u> 2. <u>5,33</u> 3. <u>3,45</u>
3.	Трава полыни горькой (содержание экстрактивных веществ)	36,58 ± 1,63	31,11 ± 0,55	29,82 ± 0,42	1. <u>3,18</u> 2. <u>1,88</u> 3. <u>4,02</u>
4.	Трава тысячелистника (содержание эфирного масла)	0,15 ± 0,01	0,16 ± 0,003	0,14 ± 0,003	1. 0,71 2. 0,71 3. 0,71
5.	Трава пустырника (содержание экстрактивных веществ)	не определяли	34,84 ± 0,81	31,59 ± 0,88	2. 1,046
	Трава пустырника (содержание иридоидов)	не определяли	0,53 ± 0,004	0,53 ± 0,005	2. 0,45
6.	Цветки пижмы (содержание флавоноидов)	1,49 ± 0,058	1,69 ± 0,03	1,58 ± 0,02	1. <u>3,18</u> 2. <u>3,51</u> 3. <u>1,43</u>

Примечания:

* Экспериментальное значение критерия Стьюдента, полученного при сравнении результатов: 1 – Ачитского и Артинского районов; 2 – Артинского и Красноуфимского районов; 3 – Красноуфимского и Ачитского районов (подчеркивание указывает на достоверность различий в средних значениях при доверительной вероятности 95 % (одна черта) и 99 % (две черты)).

Таблица 5

Суммарные показатели качества популяций

№ п/п	Название сырья	Ачитский район		Артинский район		Красноуфимский район	
		ПСЦП, у.е.	ПСЦР, у.е.	ПСЦП, у.е.	ПСЦР, у.е.	ПСЦП, у.е.	ПСЦР, у.е.
1.	Трава душицы (содержание эфирного масла)	36	4	44*	12	37	50
2.	Трава зверобоя (содержание флавоноидов)	617	780	886	2743	938	2667
3.	Трава полыни горькой (содержание экстрактивных веществ)	8995	22241	9677	457939	11556	158135
4.	Трава тысячелистника (содержание эфирного масла)	8	1	11	28	9	17
5.	Трава пустырника (содержание экстрактивных веществ)	не устанавливали		8929	6236	8401	10583
	Трава пустырника (содержание иридоидов)	не устанавливали		136	95	141	178
6.	Цветки пижмы (содержание флавоноидов)	204	19	221	157	429	728

Примечание. * выделены наибольшие значения.

Наиболее «ценные» популяции зверобоя продырявленного и з. пятнистого, полыни горькой, пустырника пятилопастного (по содержанию иридоидов) и пижмы обыкновенной находятся в Красноуфимском районе, однако заготовку травы полыни горькой предпочтительнее проводить в Артинском районе.

Результаты проведенного исследования юго-западных районов Свердловской области позволяют дать рекомендации по организации возможной заготовки сырья лекарственных растений, рациональной эксплуатации их зарослей и охране.

Полученный массив ресурсоведческих и товароведческих показателей включен в электронный кадастр «Дикорастущие лекарственные растения Среднего Урала», созданный на базе географической информационной системы.

Список литературы

1. Борисова Н.А., Токарева В.Д., Кузнецова Н.А. Рекомендации по изучению ресурсов лекарственного растительного сырья для организации их рационального использования и охраны. Курск. – 1982. – 50 с.
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Свердловской области в 2011 году». – Екатеринбург, 2012. – 352 с.
3. Государственная фармакопея СССР: В 2-х т. – 11-е изд., доп. и перераб. – М.: Медицина, 1987. – Т. 1. – 335 с.
4. Государственная фармакопея СССР: В 2-х т. – 11-е изд., доп. и перераб. – М.: Медицина, 1987. – Т. 2. – 398 с.
5. Государственная фармакопея Российской Федерации. – 12-е изд. – М.: Научный центр экспертизы средств медицинского применения, 2008. – ч.1. – 704 с.
6. Донцов, А.А. Ресурсоведческая характеристика и запасы дикорастущих плодовых и ягодных лекарственных растений в Свердловской области: автореф. дис. ... канд. фарм. наук. – Пермь, 1993. – 23 с.
7. Куркина А.В., Хусаинова А.И. Актуальные аспекты стандартизации сырья и препаратов пижмы обыкновенной // Медицинский альманах. – 2010. – Вып. 2 (11). – С. 322–326.
8. Методика определения запасов лекарственных растений. – М., 1986. – 50 с.
9. Натуральная география [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: http://www.krls.ru/natural_geography. – Загл. с экрана (дата обращения 23.03.13).
10. Плохинский Н.А. Биометрия / Н.А. Плохинский. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 367 с.
11. Турышев А.Ю. Геоинформационные технологии в изучении дикорастущих лекарственных растений Пермского края: автореф. дис. ... канд. фарм. наук. – Пермь, 2007. – 25 с.

12. Яковлев А.Б. Изучение возможности управления популяциями ландыша майского в лесных фитоценозах: автореф. дис. ... канд. фарм. наук. – СПб., 1994. – 24 с.

References

1. Borisova N.A., Tokareva D.E., Kuznetsova N.A. Recommendations for studying resources of medicinal plant raw material for the organization of their rational use and protection. Kursk. 1982. 50 p.
2. State report «On the state of the environment in the Sverdlovsk region in 2011.» Yekaterinburg, 2012. 352 p.
3. State Pharmacopoeia of the USSR: In 2 volumes. 11-e Izd., supplementary and revised. M.: Medicine, 1987. T. 1. 335 p.
4. State Pharmacopoeia of the USSR: In 2 volumes. 11-e Izd., supplementary and revised. M.: Medicine, 1987. T. 2. 398 p.
5. The state Pharmacopoeia of the Russian Federation. 12-e Izd., M.: Scientific centre of medical products, 2008. part 1. 704.
6. Dontsov A.A. Resource characterization and stocks of wild fruit and berries, medicinal plants in the region are: the abstract of dissertation for the scientific degree of the candidate of pharmaceutical sciences. Perm, 1993. 23 p.
7. Kurkina A.V., Khusainov A. Actual aspects of standardization of raw materials and preparations tansy common // Medical almanac 2010. vol. 2 (11). pp. 322–326.
8. Methodology of determination of the inventory of medicinal plants. M. 1986. 50 p.
9. Natural geography [Electronic resource]. E-Dan. Mode of access: http://www.krls.ru/natural_geography. Header screen (reference date 23.03.13).
10. Plohinsky, N.A. Biometrics. M.: Moscow state University press, 1970. 367 p.
11. Turyshev A.Y. Geoinformation technologies in study of wild medicinal plants of Perm region: author's abstract of the dissertation on competition of a scientific degree of the candidate of pharmaceutical sciences. Perm, 2007. 25 p.
12. Yakovlev A.B. Study of a possibility to control populations Lily may in forest phytocenoses: author's abstract of the dissertation on competition of a scientific degree of the candidate of pharmaceutical sciences. St. Petersburg, 1994. 24 p.

Рецензенты:

Солонина А.В., д.фарм.н., профессор кафедры управления и экономики фармации ГБОУ ВПО ПГФА Минздрава России, г. Пермь;
Алексеева И.В., д.фарм.н., профессор кафедры фармацевтической технологии, проректор по УВР, ГБОУ ВПО ПГФА Минздрава России, г. Пермь.

Работа поступила в редакцию 03.06.2013.

УДК 339.924

**ИНТЕГРИРОВАННЫЕ СТРУКТУРЫ В СОВРЕМЕННОЙ ЭКОНОМИКЕ:
СУЩНОСТЬ, ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ**¹Белый Е.М., ²Рожкова Е.В., ³Тюлин А.Е.¹ФГБОУ ВПО «Ульяновский государственный университет»,
Ульяновск, e-mail: belyipost@yandex.ru;²ФГБОУ ВПО «Ульяновский государственный университет»,
Ульяновск, e-mail: erozhkova@mail.ru;³ОАО «Концерн Радиоэлектронные технологии», Москва, e-mail: priemnay@bk.ru

В статье проведен анализ сущности интегрированных структур, присутствующих в современной экономике, и тенденций их развития. На основе анализа исследований, посвященных интегрированным структурам, выявлено, что они различаются по длительности взаимодействия, по степени самостоятельности участников, по составу участников. Выявлены основные тенденции развития интегрированных структур в современных условиях. Во-первых, очевидна ставка на эффект синергии, возникающий в результате объединения ресурсов нескольких хозяйствующих субъектов. Во-вторых, делается ставка не только на базовые компетенции, но и на ключевые, исключительные компетенции, определяющие роль и место субъекта в интегрированной структуре. В-третьих, растет число интегрированных структур со смешанными формами собственности, поскольку усиливается активность государства на уровне стратегических интеграционных процессов.

Ключевые слова: интегрированные структуры, эффект синергии, ключевые компетенции, государственно-частное партнерство

**INTEGRATED STRUCTURES IN THE MODERN ECONOMY:
ESSENCE, DEVELOPMENT TRENDS**¹Belyy E.M., ²Rozhkova E.V., ³Tyulin A.E.¹Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, e-mail: mbely@mail.ru;²Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, e-mail: erozhkova@mail.ru;³Concern Radio-Electronic Technology, Moscow, e-mail: priemnay@bk.ru

The paper analyses the entity integrated structures present in the modern economy, and trends in their development. Based on the analysis of the research on the integrated agencies found that they vary in duration according to the degree of autonomy, interaction, participation. Identify the main trends in the development of integrated structures in modern conditions. First, the obvious bet on synergies resulting from combining the resources of several businesses. Secondly, the wager is not only the basic competence, but also to key determinants of exclusive jurisdiction, role and place of the subject in the integrated structure. Third, an increasing number of integrated structures with mixed ownership forms increased activity because the State of strategic-level integration processes.

Keywords: integrated structures, synergies, core competencies, public-private partnership

В современной практике существуют многочисленные организационные формы развития и объединения корпоративных образований, различающихся в зависимости от целей объединения, характером отношений между участниками, характером хозяйственной деятельности и финансовой основой формирования и функционирования.

Как отмечает Б. Клейнер, интегрированная структура представляет собой хозяйственный субъект, создающий определённый институт, то есть относительно устойчивые по отношению к изменяющемуся поведению или интересам отдельных субъектов и их групп, а также продолжающие действовать в течение значительного периода времени формальные и неформальные нормы, либо системы норм, регулирующие принятие решений, деятельность и взаимодействие социально-экономических субъектов (физических и юридических лиц, организаций) и их групп [6].

Исследователем выделяются следующие особенности функционирования интегрированных структур как социальных институтов:

- они вырабатывают формальные (корпоративное право) и неформальные (организационная культура) регулирующие нормы;
- эти нормы определяют порядок принятия решений, деятельность и взаимодействие агентов интегрированной структуры;
- нормы действуют в течение длительного времени и являются устойчивыми по отношению к образцам поведения отдельных агентов интегрированной структуры;
- они распространяются на всех агентов – юридические лица в составе интегрированной структуры, менеджеров, акционеров и т.д., как физические лица, их группы и ассоциации.

С позиций теории стратегического менеджмента интегрированные образования исследовали А.А. Дынкин и А.А. Соколов, [4] А. Радыгин, [11] Я. Паппэ, [10] указывая

на их потенциал сохранять свою целостность в неравновесном состоянии в условиях быстрых и непредсказуемых изменений кризисной внешней среды.

Наиболее распространенными организационными формами современных корпоративных образований являются картели, синдикаты, консорциумы, интегрированные бизнес-группы, холдинги, стратегические альянсы, франчайзинговые объединения, концерны, кластеры, гибкие виртуальные корпорации, цепи поставок и др.

Анализ сущности и специфики данных форм корпоративных образований позволяет сделать вывод, что интегрированные структуры различаются:

- по длительности взаимодействия: от временных объединений для решения отдельной задачи (консорциум) – до долгосрочных объединений (стратегические альянсы, кластеры);

- по степени самостоятельности участников: от жестко централизованных (концерн, корпорация) – до равноправных (цепи поставок, сетевая интеграция);

- по составу участников: от производственно-сбытовых объединений (картели, синдикаты) – до объединений комплексного формата, включающих широкий круг участников – предприятия, НИИ и КБ, финансово-кредитные учреждения, инфраструктурные организации (кластеры, сетевые структуры). Соответственно состав участников различается и по юридическому статусу: ряд интегрированных структур предполагает участие как частных, так и государственных предприятий и организаций.

Современные исследования в данной области позволяют выявить основные тенденции, определяющие развитие интеграционных образований в современной экономике.

Во-первых, ставка на синергетический эффект.

Один из наиболее распространенных катализаторов интеграции, упоминаемый в современных исследованиях, – эффект синергии [2]. Суть его в том, что у интегрированной структуры появляется возможность использования преимуществ (синергий), возникающих в результате объединения ресурсов нескольких хозяйствующих субъектов. Иными словами, в качестве основного эффекта интеграции рассматривается превышение стоимости образовавшейся корпоративной структуры по сравнению с суммой стоимостей ее участников до интеграции.

Как отмечает Ю. Клепиков, эффект роста стоимости компании вызывается действием более частных синергий: [7]

- экономия маркетинговых, административных и других операционных из-

держек, обусловленная увеличением масштабов деятельности и централизацией отдельных служб;

- эффект комбинирования взаимодополняющих ресурсов: каждый из участников интегрированной структуры получает доступ к нужным ресурсам (сырью, инвестициям, научно-исследовательским разработкам и т.д.) на более выгодных условиях, чем рыночные;

- увеличение размеров рыночной ниши корпорации;

- возможность использования схем минимизации налогообложения;

- диверсификация активов (как способ снижения коммерческих рисков и стабилизации доходности операций компании).

Во-вторых, ставка на базовые и ключевые компетенции участников.

Исследователи отмечают изменения в самом институте интеграции. Так, по мнению В. Кондратьева и Ю. Куренкова, в настоящее время под влиянием процессов глобализации капитала, коммуникаций, информационных и человеческих ресурсов стали формироваться черты «новых корпораций», в числе которых отмечается [8]:

- рост доли в активах человеческого капитала и «невещных» элементов (патентов, брендов и пр.);

- усиление гибкости в контактах с сотрудниками, партнерами, другими участниками интеграционного объединения;

- «размывание» границ компании и пр.

При этом устойчивость интегрированных структур определяется следующими положениями [7]:

- 1) достигнут компромисс стратегических интересов участников структуры, выработано стремление к оперативному разрешению возникающих противоречий;

- 2) совокупный эффект от деятельности интегрированной структуры превышает сумму эффектов от независимого функционирования организаций до интеграции;

- 3) эффекты от интеграции соответствуют ожиданиям каждого из участников интегрированной структуры.

Соответственно при принятии решения о вхождении в интегрированную структуру ее потенциальным участником такое решение будет положительным только в том случае, если субъектов интеграции устраивает ожидаемая от интеграции выгода, иначе вся структура не сможет быть устойчивой. Это, в свою очередь, означает, что каждый участник интегрированного объединения должен обладать набором не только базовых компетенций (необходимых, но не достаточных для вхождения в интегрированную структуру), но и иметь ключевые, исключительные

компетенции, определяющие роль и место субъекта в интегрированной структуре. Специфика указанных видов компетенций раскрыта в современных публикациях [13].

В-третьих, ставка на смешанные формы собственности.

В современной экономике государственные органы либо выступают организаторами проведения интеграции, либо не препятствуют включению в состав корпоративных структур, формируемых по инициативе частного бизнеса, предприятий с государственным участием в акционерном капитале [3, 12].

При этом отмечается, что одним из важнейших элементов политики государственного регулирования является создание крупных интегрированных структур с государственным участием для реализации приоритетных направлений развития (в первую очередь – промышленности), вследствие концентрации научно-технического и производственного потенциалов, а также разработки и финансирования за счет бюджетных средств научно-технических проектов и стратегических программ развития [14].

Исследователи перспектив дальнейшего развития интеграционных образований подчеркивают активность государства на уровне стратегических интеграционных процессов, особенно в наиболее важных отраслях [5]. Так, в России в целях содействия развитию отечественной промышленности, ключевым направлением выделено развитие форм стратегического государственно-частного партнерства. Образование в 2007 году Государственной корпорации «Ростехнологии» позволило сконцентрировать ресурсы отдельных компаний для выполнения наиболее важных государственных проектов в целях укрепления позиции России на международном рынке [1]. На сегодняшний день в состав корпорации входят 439 организаций различных отраслей промышленности [9].

Таким образом, в данном исследовании установлено:

- Интегрированные структуры в современной экономике различаются по длительности взаимодействия, по степени самостоятельности участников, по составу участников.
- Основными тенденциями, определяющими развитие интеграционных образований в современной экономике, являются: ставка на синергетический эффект, на компетенции участников, на смешанные формы собственности.

Список литературы

1. Александрова А.В. Формирование стратегически ориентированной системы управления интегрированными корпоративными структурами (на примере машиностроительного комплекса) // Проблемы современной экономики. – 2011. – № 2.
2. Валдайцев С.В. Оценка бизнеса и управление стоимостью предприятия. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 720 с.

3. Деметьев В. Корпоративные планы как инструмент корпоративного управления в компаниях с государственным участием // Проблемы теории и практики управления. 2007. – № 8.

4. Дынкин А.А., Соколов А.А. Интегрированные бизнес-группы: прорыв в модернизации страны. – М., 2002.

5. Касатов А.Д. Проблемы развития интегрированных корпоративных структур в российской экономике // Экономическая теория. – 2010. – № 6. – С. 33–39.

6. Клейнер Б.Г. Эволюция институциональных систем. – М.: Наука, 2009. – С. 19.

7. Клепиков Ю.Н. Проблемы теории и практики организации и функционирования интегрированных корпоративных структур // Российское предпринимательство. – 2002. – № 12 (36). – С. 69–75.

8. Кондратьев В., Куренков Ю. Корпоративное управление инвестиционным процессом // Проблемы теории и практики управления. – 2001. – № 2. – С. 65.

9. Официальный сайт Государственной корпорации «Ростехнологии» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rostechnologii.ru/company>.

10. Паппэ Я., Галукина Я. Российский крупный бизнес: первые 15 лет // Экономические хроники 1993–2008 гг. – М.: ГУ ВШЭ, 2009.

11. Радугин А. Слияния и поглощения в России: особенности, этапы, современная практика // Вопросы экономики. – 2002. – № 12.

12. Сибурин Т.А. Механизмы государственно-частного партнерства: российский и зарубежный опыт // Менеджмент и бизнес-администрирование. – 2010. – № 1.

13. Тюлин А.Е., Рожкова Е.В. Проблематика понятийного аппарата компетентностного подхода в управлении: структуризация компетенций // Экономика и предпринимательство. – 2013. – № 3. – С. 368–373.

14. Хайкин В. Государственно-частное партнерство: пути сокращения задолженностей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://smao.ru/ru/magazine/2009/04/8.html>

References

1. Aleksandrova A.V. *Problemy sovremennoy ekonomiki*, 2011, no 2.
2. Valdaytsev S.V. *Otsenka biznesa i upravlenie stoimost'yu predpriyatiya* [Business valuation and cost management of enterprise]. Moscow, YUNITI-DANA, 2001. 720 p.
3. Demet'ev V. *Problemy teorii i praktiki upravleniya*, 2007, no. 8.
4. Dynkin A. A., Sokolov A. A. *Integrirovannye biznes-gruppy: proryv v modernizatsii strany* [Integrated business group: a breakthrough in the country's modernization]. Moscow, 2002.
5. Kasatov A.D. *Ekonomicheskaya teoriya*, 2010, no. 6, pp. 33–39.
6. Kleynner B. G. *Evolutsiya institucional'nykh sistem* [Evolution of institutional systems]. Moscow, Nauka, 2009. p. 19.
7. Klepikov Yu.N. *Rossiyskoe predprinimatel'stvo*, 2002, no 12 (36), pp. 69–75.
8. Kondrat'ev V., Kurenkov Yu. *Problemy teorii i praktiki upravleniya*, 2001, no. 2. p. 65.
9. *Ofitsial'nyy sayt Gosudarstvennoy korporatsii «Rostekhnologii»* [Official website of the Russian technologies State Corporation] Available at: <http://www.rostechnologii.ru/company/>
10. Pappe Ya., Galukhina Ya. *Rossiyskiy krupnyy biznes: pervye 15 let. Ekonomicheskie khroniki 1993–2008 gg.* [Russian big business: the first 15 years. Economic Chronicles 2008 1993.]. Moscow, GU VShE, 2009.
11. Radygin A. *Voprosy ekonomiki*, 2002, no. 12.
12. Siburin T.A. *Menedzhment i biznes-administrirvanie*, 2010, no. 1.
13. Tyulin A.E., Rozhkova E.V. *Ekonomika i predprinimatel'stvo*, 2013, no. 3, pp. 368–373.
14. Khaykin V. *Gosudarstvenno-chastnoe partnerstvo: puti sokrashcheniya zadolzhennostey* [Public private partnership: ways to reduce debts] Available at: <http://smao.ru/ru/magazine/2009/04/8.html>.

Рецензенты:

Романова И.Б., д.э.н., доцент, зам. директора Института экономики и бизнеса, ФГБОУ ВПО «Ульяновский государственный университет», г. Ульяновск;

Байгулов Р.М., д.э.н., профессор кафедры «Финансы и кредит», ФГБОУ ВПО «Ульяновский государственный университет», г. Ульяновск.

Работа поступила в редакцию 03.06.2013.

УДК 338.24

ИНСТИТУЦИОНАЛЬНАЯ СРЕДА ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ РЕГИОНА

Крутчанкова К.А., Бухтиярова Т.И.

ФГБОУ ВПО «Курганская государственная сельскохозяйственная академия»,

Курган, e-mail: krutchankova@mail.ru;

Финансовый университет при Правительстве РФ, филиал, Челябинск, e-mail: viola_1_49@mail.ru

В статье рассмотрена значимость институционального подхода к инновационному развитию экономики Курганской области. Характеристика и оценка современной системы государственного регулирования агропромышленного комплекса России и Курганской области, исследование воздействия налоговых, кредитных инструментов на экономику аграрного сектора. Проанализированы институты развития и обоснованы их возрастающая роль в условиях инновационного развития региона. Успешное развитие инновационного малого предпринимательства обеспечивается эффективно функционирующей институциональной средой в регионе, которая призвана создавать благоприятный климат для формирования и использования инновационного потенциала. Для реализации приоритетных направлений инновационного развития региона необходимо эффективно использовать уже созданные и сформировать новые инструменты стимулирования инновационной активности (венчурные фонды, инновационные кластеры), обеспечивающие эффективную поддержку малого и среднего инновационного предпринимательства в тесном взаимодействии с агропромышленными предприятиями, научными организациями, образовательными учреждениями и государственными структурами.

Ключевые слова: институты развития, институциональная среда, инновационная экономика, малые инновационные предприятия

INSTITUCIONAL NAJA SREDA INNOVACIONNOGO RAZVITIJA JEKONOMIKI REGIONA

Krutchankova K.A., Buhtijarova T.I.

FGBOU VPO «Kurganskoy Gosudarstvennoy Sel'skhozjajstvennoj Akademii», Kurgan, e-mail:

krutchankova@mail.ru;

Finansovyy universitet pri Pravitel'stve RF, filial, Cheljabinsk, e-mail: viola_1_49@mail.ru

In this article the importance of the institutional approach to innovation development of economy of the Kurgan region. Characterization and evaluation of the current system of state regulation of agro-industrial complex of Russia and the Kurgan region, research on the impact of tax, credit instruments on the economy of the agricultural sector. Development institutions analyzed and justified their increasing role in terms of innovative development of the region. The successful development of innovative small business provided by a well-functioning institutional environment in the region, which is designed to create a favorable climate for the development and use of innovative potential. For the implementation of the priority directions of innovative development of the region should be used effectively already started and create new tools for stimulating innovative activity (venture capital funds, innovation clusters), providing effective support for small and medium-sized innovative businesses in close collaboration with the agribusiness industry, research organizations, educational institutions and government agencies.

Keywords: development institutions, the institutional environment, innovative economy, small innovative enterprises

Тенденции формирования и развития инновационной экономики требуют современного научно-методологического рассмотрения взаимодействия институтов, вопросов финансирования проектов и бюджетирования расходов на уровне государства, региона и отдельного предприятия.

Наиболее актуальными являются проблемы выбора обеспечения методики оценки и стратегических приоритетов, механизмов и направлений инвестирования финансовых ресурсов, вопросы взаимосвязи институционального и экономического развития, прямого и косвенного государственного регулирования, методик оценки инновационного потенциала.

Процесс формирования и развития инновационной экономики должен протекать параллельно с созданием и развитием системы соответствующих институтов. Имен-

но институциональная среда определяет тип экономического роста, его качество и эффективность, является базисом условий, определяющих устойчивое социально-экономическое развитие страны.

Современная значимость институционального подхода к инновационному развитию экономики определяют необходимость поиска новых механизмов и методов взаимодействия всех участников инновационного процесса, создания благоприятных условий развития существующей институциональной среды для обеспечения конкурентоспособности и устойчивости субъектов инновационной деятельности [2].

Новый институциональный подход должен обеспечить способность определения существенных функциональных характеристик, позволяющих инновациям развивать экономические отношения посредством

создания базы успешно формировать инновационную конкурентоспособную среду.

В соответствии с данной концепцией необходимо реализовать механизм государственного регулирования и саморегулирования инновационной деятельности, субъектами которой являются институты государства, бизнеса и общества.

Государство как субъект, обладающий значительной властью и весьма существенными ресурсами, имеет большие возможности участия в формировании инновационной экономики, выступает регулятором и координатором функционирования институциональной среды инновационного развития экономики.

Непосредственное участие государства в развитии инновационной экономики может быть осуществлено в результате налогообложения, стимулирующего инновационную деятельность; финансирования различных инновационных проектов и разработок, выдачи грантов на конкурсной основе.

Прямое и косвенное государственное регулирование инновационной деятельности обеспечивает баланс интересов субъектов экономической деятельности, создание и поддержание инновационной инфраструктуры, формирование инновационного климата.

В реализации институционального аспекта для развития инновационной экономики государство создает благоприятные макроэкономические и институциональные предпосылки, точную спецификацию и защиту прав интеллектуальной и иной собственности.

В отличие от государства частный сектор оказывает непосредственное (прямое) воздействие на формирование инновационной экономики двояким образом: во-первых, осуществляя необходимые НИОКР и работы по совершенствованию технологии изготовления продукции, лежащие в основе инноваций; во-вторых, осуществляя их практическую реализацию в хозяйственную практику.

Повышение инновационной активности бизнеса позволяет активизировать развитие региональной инновационной экономики. Влияние общества проявляется в самоорганизации инновационной деятельности экономических субъектов, в выполнении важнейших функций (информационная, координирующая, обслуживающая).

В качестве основных субъектов инновационной деятельности в аграрной сфере Курганской области выступают производители сельскохозяйственной продукции, научно-исследовательские, проектные и кредитные организации, что предполагает разработку, усовершенствование и уточне-

ние методик для осуществления расчетов эффективности инновационной деятельности и обоснования экономической целесообразности инновационно-инвестиционных проектов.

До настоящего времени механизм формирования условий экономической, хозяйственной и юридической самостоятельности субъектов инновационной деятельности, законодательного оформления соблюдения социальной и экологической направленности инновационной деятельности в отраслях агропромышленного комплекса и защиты интеллектуальной собственности, инновационных технологий и технических решений на всех этапах их создания и освоения не отработан, что является существенной социально-экономической проблемой.

Тем не менее следует отметить, что проведены значительные мероприятия по совершенствованию правового режима инновационной деятельности на федеральном уровне, введены и продолжают вводиться необходимые налоговые льготы, принят закон, разрешающий бюджетным учреждениям образования и науки создавать малые инновационные предприятия, (за первый год его применения уже создано около 600 малых инновационных предприятий при вузах и научных организациях), совершенствуется таможенное регулирование экспорта инновационной продукции. Неразвитость законодательной базы для научно-инновационного комплекса в целом и для организаций, внедряющих новые технологии и разработки, тормозит развитие как спроса, так и предложения. Правовой основой развития и регулирования инновационной деятельности в Курганской области являются: Закон Курганской области от 27 марта 2000 года № 302 «О научной, научно-технической и инновационной деятельности в Курганской области»; Концепция развития инновационной деятельности в Курганской области на период до 2015 года, утвержденная распоряжением Администрации (Правительства) Курганской области от 21.02.2006 г. № 59-р; целевая программа Курганской области «Развитие научной, научно-технической и инновационной деятельности в Курганской области на 2011–2013 годы», утвержденная постановлением Правительства Курганской области от 13 декабря 2010 года № 597.

Для активной инновационной деятельности в Курганской области есть основные инструменты: научный и научно-технический потенциал, производственная база, система подготовки квалифицированных кадров, трудовые ресурсы. Однако все эти

резервы используются недостаточно эффективно.

В настоящее время в Курганской области реализуется целевая программа «Развитие научной, научно-технической и инновационной деятельности в Курганской области на 2011–2013 годы», которая должна обеспечить положительную динамику целевых индикаторов и показателей инновационной активности области.

Уровень инновационной активности планируется: в 2011 году – 11,2%; в 2012 году – 11,5%; в 2013 году – 13,0%.

Общий рост уровня инновационной активности за период 2011–2013 годов по сравнению с 2009 годом составит 2,1%.

В 2010 году инновационная активность в Курганской области возросла по сравнению с предыдущим годом с 10,9 до 11,4%.

Отсутствие специальных законов, регулирующих процесс инновационного производства, ограничивает развитие инновационной экономики. В рамках развития формальных институтов нормативно-правового регулирования, призванных стимулировать инновационную деятельность и конкуренцию необходимо разработать нормативно-правовые акты, регулирующие инновационный процесс, с целью совершенствования правовой защиты интересов его участников и обеспечения гарантий их правомерного поведения.

Способы формирования финансовых ресурсов для целей инновационного процесса определяются институтами финансирования и стимулирования (кредитование, формирование собственного капитала, формирование затрат на НИОКР, увязка размеров налогообложения с интенсивностью инновационной деятельности).

Согласно программе социально-экономического развития Курганской области на 2013 год основными приоритетными направлениями являются:

- развитие регионального рынка потребительского кредитования, расширение масштабов финансово-кредитной поддержки реального сектора экономики, в том числе повышение доступности кредитных ресурсов для малого и среднего бизнеса;

- рост инвестиционных вложений финансовых институтов на территории Курганской области, преодоление разрыва между потребностью экономики в долгосрочных финансовых ресурсах и их предложением на финансово-кредитном рынке;

- расширение сети кредитных и страховых организаций в муниципальных районах Курганской области.

В регионе налажено конструктивное сотрудничество с такими федеральными ин-

ститутами развития, как: Российский Банк Развития – по реализации государственной программы финансовой поддержки малого и среднего предпринимательства и ОАО «Россельхозбанк». В 2011 году в Курганской области завершилась программа ОАО «Росагролизинг» по продаже сельскохозяйственной техники и оборудованию с 50% скидкой. Сельхозтоваропроизводители области приобрели 85 единиц техники и оборудования по данной программе, сэкономив при этом более 57 млн рублей.

Сельскохозяйственные товаропроизводители не в состоянии самостоятельно изменить положение в инвестиционной сфере, поскольку их большая часть не располагает финансовыми ресурсами для расширенного воспроизводства. По состоянию на 01.01.2011 года общая задолженность сельскохозяйственных организаций региона составляла 7,6 млрд рублей или 12 годовых объемов их прибыли. Большая часть сельхозтоваропроизводителей не располагает финансовыми ресурсами для расширенного воспроизводства.

ОАО «Россельхозбанк», являясь агентом Правительства РФ по выполнению федеральных целевых программ в аграрном секторе, выступает основным участником реализации Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008–2012 гг. и занимает лидирующие позиции среди российских банков, предоставляющих услуги сельхозпроизводителям и сельскому населению. С начала реализации Госпрограммы Россельхозбанк предоставил кредитов на сумму 1,035 трлн руб.

По итогам 2010 года объем выданных банком в рамках Госпрограммы кредитов составил 328,8 млрд рублей. В 1 квартале 2011 года размер кредитования в рамках Госпрограммы увеличился на 36% по отношению к 1 кварталу 2010 года и составил 93,7 млрд руб.

В соответствии с кредитной политикой Россельхозбанка в первоочередном порядке банк кредитует приоритетные отрасли сельского хозяйства, нацеленные на импортозамещение и развитие отечественного производства продовольствия и сырья в целях обеспечения продовольственной безопасности страны.

За 2011 год сельхозтоваропроизводителями получено 2,8 млрд рублей кредитных средств или 148% к уровню 2010 года. За 2011 год коммерческими банками и кредитными кооперативами прокредитовано 620 ЛПХ на общую сумму 110,7 млн рублей и 313 КФХ на 573 млн рублей. Более 65% всех кредитов

взято в Курганском филиале ОАО «Россельхозбанк». На возмещение части затрат на уплату процентов по кредитам и займам выплачено 40 млн рублей субсидий [6].

Сельхозтоваропроизводителям малых форм хозяйствования, в том числе гражданам, ведущим личное подсобное хозяйство, оказываются все меры государственной поддержки, предусмотренные в областном и федеральном бюджетах (субсидии на молоко, возмещение процентной ставки по привлекаемым кредитам). Для повышения доступности и привлекательности кредитных ресурсов за счёт средств областного и федерального бюджетов субсидируется часть затрат на уплату процентов по краткосрочным и инвестиционным кредитам.

Российский опыт кредитования отрасли связан с инвестиционными проектами строительства, расширения, реконструкции и техническим вооружением сельскохозяйственных предприятий, развитием инфраструктуры. В 2010 году на финансирование инвестиционных проектов по строительству, реконструкции и модернизации животноводческих (в том числе птицеводческих) комплексов было выдано более 27 млрд рублей кредитов против 21,4 млрд рублей за 2009 год. Кредитная поддержка с 2006 по 2010 год оказана по 2 218 инвестиционным проектам, из которых введено в эксплуатацию – 1 565 объектов общим объемом финансирования 79,5 млрд рублей, а в 2011 году введено в эксплуатацию 265 производственных объектов. Практически неразвито кредитование затрат по улучшению качества земельных угодий и инновационных проектов. Законодательно не урегулированы механизмы проектного кредитования и венчурного финансирования в сельском хозяйстве.

Одним из основных направлений деятельности Банка в рамках реализации Госпрограммы является финансирование инвестиционных проектов по строительству, реконструкции и модернизации животноводческих (в том числе птицеводческих) комплексов.

В **Перечень приоритетных инвестиционных проектов в Уральском федеральном округе** включены два инвестиционных проекта Курганской области, имеющих общегосударственное, региональное и межрегиональное значение: «Возрождение свиноводства в Курганской области» компании «Велес»; ООО «*Шумихинская птицефабрика*» – птицекомплекс по производству инкубационного яйца, мяса бройлера и индейки производственной мощностью 48 тыс тонн мяса птицы в год и 20 млн штук инкубационного яйца.

Для внедрения системы проектного кредитования необходимы регламентация круга возможных учредителей и участников проекта, разработка методики определения будущих денежных потоков, связанных с проектом, способов распределения рисков между участниками, а также принципов определения границ кредитования проекта путём регламентации минимальной доли вложения в проект собственного капитала учредителей.

Для формирования механизма венчурного финансирования необходимо определение размера и форм долевого участия банка в капитале венчурной компании, особенностей кредитования всех стадий венчурного проекта, включая НИОКР, способов распределения риска между венчурной компанией и организаторами кредитования, методов оценки и выбора проекта организаторами.

Механизм венчурного инвестирования в своем классическом понимании подразумевает вложение не только средств, но и дополнительных знаний, который послужит катализатором развития инновационного бизнеса в России. Механизм венчурного инвестирования – это не только источник финансирования, но и эффективная система взаимодействия между инноваторами и инвесторами, информационная доступность, обеспечение прав всех участников. Безусловно, главенствующую роль здесь играют *венчурные фонды*.

Налогообложение выступает одним из важнейших институтов инновационной экономики. От эффективности их работы решающим образом зависит развитие конкурентоспособной экономики, возможность перехода России на инновационный путь развития и создание предпосылок социального развития общества, повышение благосостояния населения. При этом на основе принятых правил устанавливается определенный порядок взаимодействия субъектов экономики с органами власти и между собой, что позволяет государству регулировать экономические отношения и тем самым управлять факторами, влияющими на обеспечение инновационного пути развития национальной экономики и экономической безопасности.

В странах Западной Европы широко практикуется снижение налоговых ставок для инновационного бизнеса, введение налоговых льгот при осуществлении инноваций, метод ускоренной амортизации стоимости НИОКР. В нашей стране институт налогообложения на сегодняшний день сохраняет неадекватность намеченным изменениям курса развития экономики.

Налоговая политика в аграрном секторе Курганской области должна быть направлена на введение для сельских товаропроизводителей единого земельного налога; уменьшение налогооблагаемой базы налога на величину собственных средств, вложенных в улучшение земли, расширение и развитие производства; введение льгот по налогообложению для предприятий промышленности, строительства и других отраслей, направляющих свои средства на развитие сельского хозяйства, перерабатывающей промышленности и социальной сферы; снижение ставки налога на добавленную стоимость на средства производства, поставляемые селу, и на основные продовольственные товары.

Природные ресурсы, несомненно, составляют часть национального богатства нашей страны, но будут ли они работать на повышение благосостояния страны и ее народа – целиком определяется избранной моделью их использования.

Льготный подход к налогообложению земли в аграрном секторе заключается также в том, что ставка налога на земли сельскохозяйственного назначения намного ниже ставки налога на земли несельскохозяйственного назначения. В большинстве стран ставки земельного налога в этой части, как правило, не превышают 1% стоимости земли.

В настоящее время земельный налог функционирует как местный налог, его ставки определяются муниципальными органами власти и варьируются от 0,3 до 1,5% от кадастровой стоимости земельных участков в зависимости от типа земельных угодий. Граждане, впервые организующие крестьянские (фермерские) хозяйства, освобождаются от уплаты земельного налога в течение пяти лет с момента предоставления им земельных участков.

Кроме того, организациям, осуществляющим капитальные вложения производственного назначения, снижается региональная ставка налога на прибыль с 18% до 13,5%.

Предприятия, осуществляющие наукоемкое инновационное производство, и без того ограниченные в средствах, еще и обременены значительными налоговыми платежами. Очевидно, следует модернизировать российскую налоговую систему в отношении инновационных предприятий в целях стимулирования инновационного производства.

Научно-технической деятельностью к началу 2011 года в Курганской области занимались 11 организаций. Из них 6 (54,5%) являлись учреждениями и орга-

низациями науки и научного обслуживания, 2 (18,2%) – высшими учебными заведениями, 2 (18,2%) – научно-исследовательскими и конструкторскими подразделениями промышленных организаций, 1 (9,1%) – прочими организациями.

Ведущее место в сфере исследований и разработок в Курганской области занимал предпринимательский сектор, на долю которого в 2010 году приходилось 62,1 процента затрат на научные исследования и разработки, 47,0 процента численности работников и 27,3 процента организаций.

Научные разработки, которые могли бы быть использованы как в агропромышленном комплексе, так и в промышленном секторе Курганской области выполняются научными учреждениями инициативным порядком, то есть в отсутствие заказа от хозяйствующих субъектов.

Большая часть инновационных разработок остается не востребованной производством в силу отсутствия средств на их внедрение или длительного срока окупаемости. Практически полностью отсутствует финансирование науки со стороны агробизнеса, что только усугубляет разрыв между разработчиками инновационных продуктов и их потребителями.

Наличие заказа на выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок является гарантией коммерциализации разработки, определяет новый качественный уровень науки и служит стимулом для формирования эффективных форм взаимодействия научных учреждений с организациями реального сектора экономики Курганской области. Так, на долю государственного сектора приходилось 28,0 процента затрат на научные исследования и разработки, организациями этого сектора выполнено 24,0 процента исследований [1].

Роль сектора высшего профессионального образования области в развитии науки недостаточна: на долю двух организаций этого сектора приходилось всего лишь 0,7 процента численности занятых научными исследованиями и разработками и 9,9 процента затрат на науку.

Основной объем прикладных исследований сосредоточен в области медицинских наук (57,4%), на долю сельскохозяйственных наук пришлось 22,0 процента, гуманитарных – 10,2 процента, технических – 5,9 процента, общественных наук – 4,4 процента, естественные науки – 0,1 процента.

Фундаментальные исследования выполнялись преимущественно в области сельскохозяйственных (41,5%) и общественных наук (30,2%).

Финансирование затрат на научные исследования и разработки в 2010 году осуществлялось за счет различных источников, наиболее значимыми из которых являлись бюджетные средства (66,2%), средства предпринимательского сектора (25,3%) и собственные средства организаций (7,5%).

Создание венчурных фондов как инвестиционных компаний, работающих исключительно с инновационными предприятиями и проектами, имеет важное значение в развитии от полного исчезновения ряда ведущих отечественных научных школ.

Сегодня, несмотря на рост в России числа технопарков и инновационно-технологических центров, число малых предприятий в научно-технической сфере не увеличивается. Основная причина заключается в том, что отсутствует звено инфраструктуры, обеспечивающее процесс создания и развития на начальном этапе малых предприятий. Как показывает мировая практика, этот этап становления и стартового развития малых технологических предприятий не может эффективно осуществляться без государственной поддержки, поскольку является затратным.

Для стимулирования появления в научно-технической сфере России новых и развития существующих малых и средних динамично растущих технологических инновационных предприятий, способных стать привлекательным объектом для прямого (венчурного) инвестирования, необходимо на базе государственных научных центров, университетов, академических и отраслевых институтов создавать специализированные некоммерческие структуры инкубирования компаний на начальном этапе их жизни (центры продвижения технологий). Такие центры позволят для вновь создающихся малых высокотехнологических компаний обеспечить в течение 2–3 лет льготный режим развития по аренде помещений и оборудования, коммунальным платежам, предоставлению консультационных и прочих услуг, а также содействие в привлечении инвестиций.

Финансовая поддержка при создании и функционировании таких центров может быть осуществлена министерствами, ведомствами, местными органами власти, Фондом содействия развитию предприятий малых форм в научно-технической сфере, Российским фондом технологического развития за счет имеющихся у них возможностей. Дополнительное финансирование возможно за счет привлечения внебюджетных средств к созданию инфраструктуры инкубирования компаний и партнерства с меж-

дународными инвестиционными структурами и программами.

Инновационная институциональная инфраструктура – совокупности различных предприятий, организаций, учреждений, разрабатывающих научную и научно-техническую продукцию, а также объектов материально-технической базы, обеспечивающих эффективное функционирование инновационного рынка, выполняющих соответствующие работы и оказывающих услуги, связанные с проведением инновационного процесса и обменом инновационной продукцией.

В Курганской области сформированы элементы инновационной инфраструктуры: ОАО «Курганский областной технопарк», ГУП «Бизнес-инкубатор Курганской области», бизнес-инкубаторы на уровне высших учебных заведений, 7 районных информационно-консультационных центров.

Основной задачей функционирования институтов инновационной инфраструктуры является обеспечение непрерывности инновационного процесса. Посредством их деятельности происходит процесс внедрения инноваций в агропромышленный комплекс региона, налаживается взаимодействие между предприятиями, входящими в инновационные кластеры.

В настоящее время в РФ формируется новая структура организаций, входящих в сеть рыночной инфраструктуры, главная функция которой заключается в реализации условий воспроизводства инновационной деятельности на всех уровнях.

Для достижения целей становления конкурентоспособного типа воспроизводства формирующаяся институциональная инфраструктура, на наш взгляд, должна включать: развитие консультативных и информационных сетей, связывающих федеральные и региональные власти с бизнесом, наукой, потребителями и общественными организациями; создание ассоциаций, союзов, сообществ и других объединений при органах власти для разрешения экологических, инновационных, системных проблем; систему сбора и обеспечения предприятий той информацией, которая необходима им для выработки управленческих решений; материально-вещественные условия функционирования экономической деятельности (ярмарки, выставки); институты регулирования и поддержки предпринимательства (фонды, ассоциации, комитеты).

Для аграрной сферы агропромышленного комплекса Курганской области кроме информационно-консультационных служб в настоящее время нет другой организованной структуры инновационного направ-

ления, имеющей возможность непосредственно взаимодействовать с научными организациями, властными структурами и сельскими товаропроизводителями.

В Курганской области более 10 лет на рынке информационно-консультационных услуг осуществляет свою деятельность «Губернаторский фонд поддержки агропромышленного комплекса», в структуре которого, активно действует информационно-консультационная служба.

На данный момент в области организовано 7 районных информационно-консультационных служб в форме кооперативов. Они оказывают консультационные услуги по бухгалтерскому учету, юридическим вопросам, помогают в оформлении документов для получения кредитов в банках и субсидий.

Отсутствие в 2010 году финансовой поддержки из федерального бюджета на развитие консультационной помощи сельхозтоваропроизводителям и сельскому населению отразилось на общем объеме ее финансирования (в суммарном объеме по всем организациям системы сельскохозяйственного консультирования – 500 млн руб. и уменьшение на 156,5 млн руб.).

Финансирование консультационной помощи сельскохозяйственным товаропроизводителям России и переподготовки специалистов для сельского хозяйства полностью прекратилось. За 2010 год произошло снижение количества районных центров (на 18 организаций). Всего на начало 2010 года функционировали 531 районный (межрайонный) центр сельскохозяйственного консультирования, из которых 209 являются структурными подразделениями региональных формирований, 7 образовательных учреждений, 181 центр организован в форме муниципальных учреждений (предприятий). Существенное снижение в 2010 году наблюдается в организации деятельности районных центров в виде некоммерческих и коммерческих структур.

Высокой оперативностью в принятии решений в условиях рынка, восприимчивостью к нововведениям в производственной и управленческой деятельности, быстрой адаптацией к внешним воздействиям, высокой оборачиваемостью средств и небольшими расходами по управлению обладают малые инновационные предприятия на базе университетских бизнес-инкубаторов, призванных стать рыночным генератором инновационных идей.

Предпринимательство в инновационном процессе служит своеобразным связующим механизмом, который заставляет переходить от одной стадии к другой. Именно поэтому, являясь частью инновационной

инфраструктуры, малый инновационный бизнес является своеобразным буфером обмена, способным чутко реагировать на изменения рыночного спроса.

В России большое внимание уделяется поддержке организаций малого инновационного предпринимательства, так как из-за ограниченности всех видов ресурсов малый бизнес заинтересован в ускоренной разработке и использовании новых технологий, производстве новых продуктов, доведении до стадии промышленного образца нововведений, которые передаются на коммерческой основе для использования крупным предприятиям.

С нашей точки зрения, малое инновационное предприятие – предприятие (проектная группа предприятия), осуществляющее разработку, внедрение, усовершенствование рыночных продуктов, услуг, технологий с использованием результатов законченных научных исследований, научно-технических достижений, технических усовершенствований и отвечающее требованиям отнесения к субъекту малого предпринимательства в соответствии с законодательством.

Малое предпринимательство в инновационной сфере является важнейшим структурным элементом инновационного кластера.

Глобальное институциональное преобразование позволит обеспечить развитие новых прогрессивных форм инновационной деятельности, одной из которых являются малые предприятия, объединенные в кластер, что усиливает конкурентоспособность и способность реагировать на изменения рыночного спроса.

В настоящее время кластер является полноценной инновационной системой, открывающей широкие возможности для эффективного диалога между государством и бизнесом. Кластеры инновационной деятельности создают новый продукт или услугу усилиями нескольких фирм или исследовательских институтов, что позволяет ускорить их распространение по сети деловых взаимосвязей.

Инновационная структура кластера способствует снижению совокупных затрат на исследование и разработку новшеств с последующей их коммерциализацией за счет высокой эффективности производственно-технологической структуры кластера, что позволяет участникам кластера стабильно осуществлять инновационную деятельность в течение продолжительного времени.

Создание инновационного кластера в Курганской области позволит сформировать рыночный механизм качественного преобразования региональной экономи-

ческой системы, обеспечивающей эффективную поддержку малого и среднего инновационного предпринимательства в тесном взаимодействии с агропромышленными предприятиями, научными организациями, образовательными учреждениями и государственными структурами. По своей сути инновационный кластер является новой формой взаимодействия элементов институциональной среды в рамках реализации инновационных процессов в регионе на основе формирования принципиально новых коммуникационных связей между экономическими субъектами, объединяющими свои усилия в условиях конкуренции для реализации общей цели инновационного развития региональной и национальной экономики [2].

Разработка конкретных предложений, направленных на совершенствование целостной институциональной среды; а предлагаемые меры по активизации инновационного процесса на основе формирования инновационного кластера в регионе в рамках применения институционального подхода позволят уточнить стратегические ориентиры инновационного развития региональной экономики и региональной инновационной политики с точки зрения заявленной модернизации развития.

Для повышения инновационной активности субъектов АПК и инвестиционной привлекательности сельскохозяйственного производства необходимы и консолидированные усилия со стороны как федеральных, так и региональных органов власти и аграрного бизнеса, направленные на формирование инновационной инфраструктуры.

Таким образом, создание благоприятных институциональных условий для интенсификации инновационного процесса и активизации хозяйственной деятельности сельскохозяйственных предприятий, частного бизнеса и сельских семей позволит поднять качество и конкурентоспособность отечественной сельхозпродукции.

Список литературы

1. Крутчанкова К.А., Бухтиярова Т.И. Инновационная активность и инновационный потенциал агропромышленного комплекса курганской области // Наука, техника и высшее образование: Международной научно-практической конференции. – Канада, 2012. – С. 74–78.
2. Никулина О.В. Институциональный подход к инновационному развитию экономических субъектов юга России

в условиях кластеризации [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.pandia.ru/text/77/152/14457.php> (дата обращения 02.02.2013).

3. Полтавский П.А. Институциональный подход к государственному регулированию деятельности в инновационной сфере // Вестник Челябинского государственного университета. – 2010. – № 5. – С. 13–17.

4. Программа социально-экономического развития Курганской области на 2013 год и среднесрочную перспективу [Электронный ресурс]. – URL: <http://economic.kurganobl.ru> (дата обращения 15.02.2013).

5. Савина Т.Н. Совершенствование институтов развития как необходимое условие перехода к инновационной экономике [Электронный ресурс]. – URL: <http://sisupr.mrsu.ru/2012-1/PDF/stati/Savina.pdf> (дата обращения 03.02.2013).

6. Социально-экономическое положение в области [Электронный ресурс]. – URL: <http://gfi45.uralfo.ru/social/pg4/155/> (дата обращения 20.12.2012).

References

1. Krutchankova K.A., Buhtijarova T.I. *Innovacionnaja aktivnost' i innovacionnyj potencial agropromyshlennogo kompleksa kurganskoj oblasti* (po materialam Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Nauka, tehnika i vysshee obrazovanie»). Kanada, 2012, pp. 74–78.
2. Nikulina O.V. *Institucional'nyj podhod k innovacionnomu razvitiyu jekonomicheskix sub#ektov juga Rossii v uslovijah klasterizacii* Available at: <http://www.pandia.ru/text/77/152/14457.php> (accessed obrashhenija 2 February 2013).
3. Poltavskij P.A. *Institucional'nyj podhod k gosudarstvennomu regulirovaniju dejatel'-nosti v innovacionnoj sfere* // Vestnik Cheljabinskogo gosudarstvennogo universiteta, 2010, no. 5, pp. 13–17.
4. *Programma social'no-jekonomicheskogo razvitiya Kurganskoj oblasti na 2013 god i sredne-srochnuju perspektivu* Available at: <http://economic.kurganobl.ru> (accessed 15 February 2013).
5. Savina T.N. *Sovershenstvovanie institutov razvitiya kak neobhodimoe uslovie perehoda k innovacionnoj jekonomike* Available at: <http://sisupr.mrsu.ru/2012-1/PDF/stati/Savina.pdf> (accessed 03 February 2013).
6. *Social'no-jekonomicheskoe polozhenie v oblasti* Available at: <http://gfi45.uralfo.ru/social/pg4/155/> (accessed 20 December 2012).

Рецензенты:

Захарова Е.А., д.э.н., доцент, профессор кафедры управления СХП, ФГБОУ ВПО «Челябинская государственная агроинженерная академия» Министерства сельского хозяйства РФ, г. Челябинск;

Мухина Е.Г., д.э.н., доцент, профессор кафедры статистики и экономического анализа, ФГБОУ ВПО «Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т.С. Мальцева», Курганская область, Кетовский район, с. Лесниково.

Работа поступила в редакцию 27.05.2013.

УДК 338.242: 005.52

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА УДЕЛЬНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ УРОВНЯ РАЗВИТИЯ МЕСТНЫХ РЫНКОВ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

Черных В.В.

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

В статье исследуется возможность использования методики расчета удельного показателя развития местного рынка для оценки уровня развития рыночной системы на примере Республики Марий Эл. Целью работы является выявление незадействованного потенциала местных рынков Республики Марий Эл и возможностей его использования. В ходе исследования запланировано решение следующих задач: выявление особенностей развития местных рынков, оценка местных рынков Республики Марий Эл с помощью методики удельного показателя, определение уровня развития местных рынков на примере Республики Марий Эл. Рассматриваемая методика позволяет выделить три уровня развития местных рынков: высокий, средний, низкий, что отражает реальную ситуацию социально-экономического развития республики и неравномерность развития местных рынков как объективную закономерность в условиях новой институциональной среды.

Ключевые слова: местные рынки, методика, удельный показатель

USING THE METHODS OF THE CALCULATION OF THE SPECIFIC FACTOR FOR ESTIMATION LEVEL DEVELOPMENTS LOCAL MARKET REPUBLICS MARIE EL

Chernyh V.V.

Mary state technological university, Yoshkar-Ola, e-mail: ChernyhVV@marstu.net

In article is researched possibility of the use the methods calculation of the specific factor of the development local markets for development level estimation of the market system on example of the Mary El Republic. The reason of the work is a discovery unimplemented potential local markets of the Mary El Republic and possibilities of its used. In the course of studies scheduled decision following problems revealing the particularities of the development local markets, the estimation local markets of Mary El Republic by means of methods of the specific factor, determination level developments local markets on example of the Mary El Republic. The considered methods allows select three levels of the development local markets: high, average, low that reflects the real situation social-economic development of the republic and unevenness of the development local market as objective regularity in condition new institutional ambiances.

Keywords: local market, methods, specific factor

Известно, что местные рынки обладают значительным потенциалом незадействованных ресурсов и возможностей развития, поэтому оценка уровня их развития является актуальным аспектом изучения не только для экономических, но и для многих других наук. Исследование предполагает анализ тенденций развития местных рынков с помощью одной из возможных методик – методики расчета удельного показателя.

Целью работы является выявление незадействованного потенциала местных рынков Республики Марий Эл и возможностей его использования.

Можно отметить факт существования различных методик, которые позволяют оценить уровень развития местных рынков. Одна из методик оценки уровня развития местных рынков базируется на расчете удельного показателя, составляет альтернативу методике ранговой оценки [7], и связана с анализом результатов финансово-экономической деятельности предприятия. Информационной базой для исследования являются статистические данные по Республике Марий Эл [1].

Формулировка понятия «местный рынок» основывалась на анализе совокупности точек зрения ряда ученых, что позволило определить местный или локальный рынок как систему экономических взаимоотношений между хозяйствующими субъектами, объединенными общими интересами, находящимися в пределах территории муниципального образования, при условии наличия между ними определенных границ.

Иерархическая структурированность и многогранность рыночной системы позволила выделить миниэкономическую систему [4], на которой в качестве базового уровня присутствуют локальные или местные рынки. Рост или снижение капитала базового уровня, оборачивающегося на данном рынке, оказывает влияние на развитие, как муниципального округа, так и региона. Так, развитие экономики регионов способствует развитию страны, поскольку активизация деятельности локального уровня рыночной системы оказывает влияние и на федеральный уровень развития. Улучшение ситуации на национальном уровне сказывается, в свою очередь, и на

положении страны на мировом рынке. Таким образом, существование уровней рыночной системы позволяет сделать предположение о существовании взаимосвязей между ними.

Наличие на местных рынках незадействованных ресурсов и поиск возможностей их использования является актуальным для развития национальной экономики, что обуславливает необходимость разработки и применения различных методик оценки уровня развития местных рынков, рассматриваемых на примере Республики Марий Эл.

Согласно географическому описанию, на территории Республики Марий Эл выделяют 3 городских округа, 14 муниципальных районов, 16 поселков городского типа и 140 сельских администраций. Площадь республики охватывает 23,4 тыс. кв. км, из которых 57% – лесные угодья, 38,9% – сельскохозяйственные угодья, 1% – болота, 3% – водные ресурсы. Население Республики Марий Эл насчитывает около 706,7 тысяч человек [3]. Таким образом, количество муниципальных образований, рассматриваемых для анализа, составляет 17 (рис. 1).

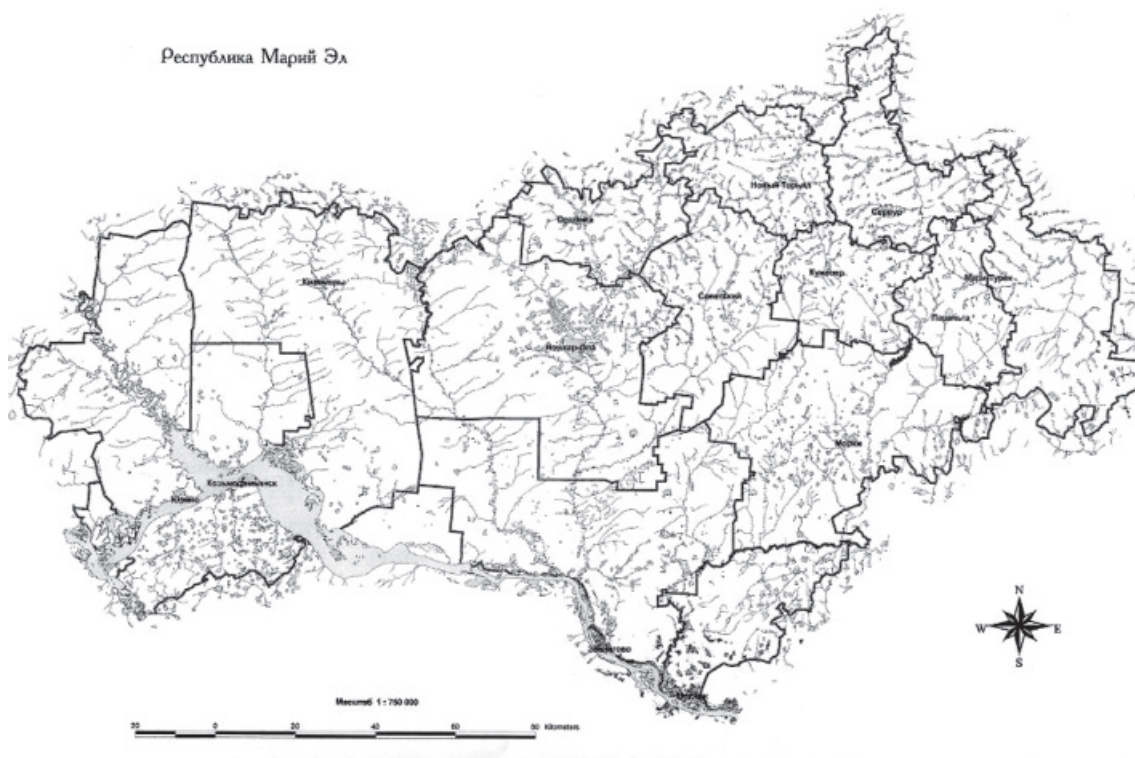


Рис. 1. Карта муниципальных образований Республики Марий Эл [2]

Разработка возможных способов оценки местных рынков, позволяющих проанализировать уровень развития Республики Марий Эл, приводит к выделению так называемого расчетного показателя. Таким показателем может выступить отношение оборота организаций, находящихся в пределах местного рынка, к количеству организаций, осуществляющих свою деятельность данным на рынке.

Подобно тому, как расчет доли прибыли компании на одну акцию, находящуюся в обращении, характеризует уровень рыночной активности хозяйствующего субъекта [5], данный показатель применим при расчетах коэффициентов активности самих рынков и принят за основу при создании формулы [6].

Получаем методику расчета удельного показателя развития местного рынка, который представляет собой отношение общей массы прибыли местного рынка к количеству предприятий, осуществляющих хозяйственную деятельность на рассматриваемом рынке. Показатель рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{мр}} = \frac{O_{\text{ппмр}}}{K_{\text{п}}},$$

где $K_{\text{мр}}$ – удельный показатель уровня развития местного рынка; $O_{\text{ппмр}}$ – прибыль предприятий в пределах местного рынка (в тыс. рублей); $K_{\text{п}}$ – количество прибыльных предприятий в пределах данного рынка.

Расчет значений удельных показателей развития местных рынков Республики Марий Эл производится на основе статистических данных о прибыли и количестве

хозяйствующих субъектов республики [1]. Расчетные значения удельных показателей развития местного рынка. представлены в табл. 1.

Таблица 1

Значения удельных показателей развития местных рынков Республики Марий Эл за период 2000–20011 гг.

№ п/п	Местные рынки	2000	2001	2002	2003	2004	2005
1	Йошкар-Ола	1284,1	1490,9	2099,5	3631,9	3894,3	4383,1
2	Волжск	8062,8	8332,7	6425,6	13954,2	8857,5	16884,1
3	Козьмодемьянск	592,5	1701,1	2729,1	3324,3	5255,3	5041,1
4	Волжский	1476,9	1588,1	916,6	673,6	1830,1	1196,5
5	Горномарийский	1350,8	1356,3	1046,5	1400,2	1756,3	2068,6
6	Звениговский	2703,2	3326,1	4699,0	5822,5	6588,9	8937,4
7	Килемарский	277,1	139,8	217,5	265,8	359,2	1050,0
8	Куженерский	156,2	412,4	635,6	400,7	528,7	621,9
9	Мари-Турекский	262,4	770,8	669,9	630,1	1893,2	1168,5
10	Медведевский	2247,8	3432,7	2732,9	2043,4	2300,0	7306,9
11	Моркинский	428,7	824,4	569,4	570,9	1041,2	655,2
12	Новоторъяльский	1050,3	1466,8	894,5	1280,9	1091,2	828,4
13	Оршанский	242,3	2725,7	1568,6	3081,1	1221,4	6228,5
14	Параньгинский	1208,2	958,1	659,1	960,3	723,8	1189,1
15	Сернурский	321,4	570,9	664,9	1157,1	1275,2	1879,2
16	Советский	1761,5	1879,9	2197,0	2751,5	2669,0	2968,9
17	Юринский	74,0	68,2	38,6	29,3	21,7	76,3
	ИТОГО	1561,67	1910,31	2076,94	3204,54	3253,83	4376,40

Окончание табл. 1

№ п/п	Местные рынки	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1	Йошкар-Ола	4576,4	7223,1	10683,6	11419,4	16456,2	25315,4
2	Волжск	25308,2	27971,9	25230,2	17761,9	30994,2	56065,7
3	Козьмодемьянск	14381,4	14308,7	10735,5	18907,6	16466,1	14439,2
4	Волжский	1349,7	1316,8	2315,1	977,1	660,7	808,3
5	Горномарийский	1505,6	1970,0	12662,0	7515,0	4713,0	1790,7
6	Звениговский	15675,4	20683,4	41085,4	57203,9	46632,4	64734,5
7	Килемарский	325,2	585,6	228,1	334,5	0,0	0,0
8	Куженерский	948,6	810,1	668,8	741,0	1508,2	0,0
9	Мари-Турекский	1596,0	1624,1	2529,9	4156,9	5398,8	4121,0
10	Медведевский	5712,2	4907,7	6359,6	8961,8	13064,5	23469,7
11	Моркинский	812,5	713,2	1747,6	1440,6	2495,4	2427,6
12	Новоторъяльский	685,9	1402,5	3217,8	2266,5	4505,8	8970,3
13	Оршанский	27372,7	50963,0	133239,4	1653,5	124890,4	62544,6
14	Параньгинский	845,1	1028,8	1193,5	676,3	1539,9	2130,4
15	Сернурский	1298,7	1139,2	1061,9	1431,6	2495,7	1351,0
16	Советский	1250,8	2069,8	2170,8	6985,0	2694,4	1550,5
17	Юринский	112,0	711,3	102,3	110,7	97,5	89,5
	ИТОГО	5839,49	8328,75	13344,02	11722,76	18476,05	26711,08

Исходя из полученных данных, выделены пороговые значения удельного показателя: при значении удельного показателя от 1 до 5000 уровень развития

местного рынка можно охарактеризовать как низкий. В том случае, когда значение показателя находится в пределах от 5001 до 15000, развитие местных рынков на-

ходится на среднем уровне, а значение показателя от 15001 и выше говорит о высоком уровне развития. Охарактеризуем оценку уровня развития удельных показате-

телей местных рынков Республики Марий Эл в соответствии с пороговыми значениями удельных показателей развития местных рынков (табл. 2).

Таблица 2

Оценка уровня развития удельных показателей местных рынков
Республики Марий Эл за 2000–2011 гг.¹

№ п/п	Местные рынки	2000	2001	2002	2003	2004	2005
1	Йошкар-Ола	Н	Н	Н	Н	Н	Н
2	Волжск	Ср	Ср	Ср	Ср	Ср	В
3	Козьмодемьянск	Н	Н	Н	Н	Ср	Ср
4	Волжский	Н	Н	Н	Н	Н	Н
5	Горномарийский	Н	Н	Н	Н	Н	Н
6	Звениговский	Н	Н	Н	Ср	Ср	Ср
7	Килемарский	Н	Н	Н	Н	Н	Н
8	Куженерский	Н	Н	Н	Н	Н	Н
9	Мари-Турекский	Н	Н	Н	Н	Н	Н
10	Медведевский	Н	Н	Н	Н	Н	Ср
11	Моркинский	Н	Н	Н	Н	Н	Н
12	Новоторъяльский	Н	Н	Н	Н	Н	Н
13	Оршанский	Н	Н	Н	Н	Н	Ср
14	Параньгинский	Н	Н	Н	Н	Н	Н
15	Сернурский	Н	Н	Н	Н	Н	Н
16	Советский	Н	Н	Н	Н	Н	Н
17	Юринский	Н	Н	Н	Н	Н	Н

Окончание табл. 2

№ п/п	Местные рынки	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1	Йошкар-Ола	Н	Ср	Ср	Ср	В	В
2	Волжск	В	В	В	В	В	В
3	Козьмодемьянск	Ср	Ср	Ср	В	В	Ср
4	Волжский	Н	Н	Н	Н	Н	Н
5	Горномарийский	Н	Н	Ср	Ср	Н	Н
6	Звениговский	В	В	В	В	В	В
7	Килемарский	Н	Н	Н	Н	Н	Н
8	Куженерский	Н	Н	Н	Н	Н	Н
9	Мари-Турекский	Н	Н	Н	Н	Ср	Н
10	Медведевский	Ср	Н	Ср	Ср	Ср	В
11	Моркинский	Н	Н	Н	Н	Н	Н
12	Новоторъяльский	Н	Н	Н	Н	Н	Ср
13	Оршанский	В	В	В	Н	В	В
14	Параньгинский	Н	Н	Н	Н	Н	Н
15	Сернурский	Н	Н	Н	Н	Н	Н
16	Советский	Н	Н	Н	Ср	Н	Н
17	Юринский	Н	Н	Н	Н	Н	Н

¹ Условные обозначения, используемые в таблице: В означает высокий уровень развития, С – средний уровень развития и Н – низкий уровень развития данного рынка.

Следует отметить наличие неравномерности развития местных рынков в условиях новой институциональной среды. Динамику удельных показателей развития местного рынка Республики Марий Эл за период

с 2000 по 2011 год можно рассмотреть на диаграмме (рис. 2).

Уровень доходов на одно предприятие по городу Йошкар-Оле подвержен динамике до 2006 года – незначителен,

что связано с наличием внешних эффектов и административных барьеров, с 2007 по 2009 год – характеризуется как средний и с 2010 года – высокий. Для показателей развития местных рынков по городам Волжск и Козмодемьянск, а также по Оршанскому, Звениговскому и Медведевскому районам характерен резкий рост – то есть развитие данных рынков можно отнести к высокому уровню.

Также средний уровень изредка наблюдается по Горномарийскому, Мари-Турекскому, Советскому и Новоторьяльскому районам. Однако, что касается большинства местных рынков Республики Марий Эл – уровень развития можно охарактеризовать как низкий. Положительной является наблюдаемая с 2006 по 2011 год тенденция к повышению уровней развития по некоторым из них.

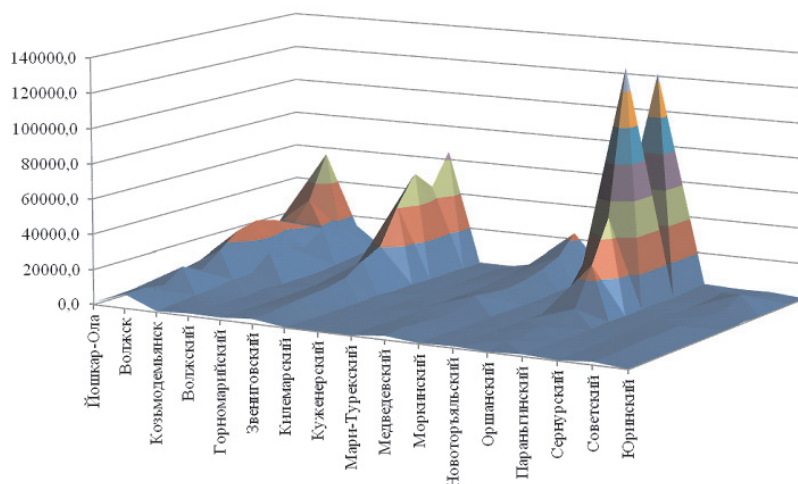


Рис. 2. Диаграмма удельных показателей развития местных рынков Республики Марий Эл за период 2000–2011 гг.

Таким образом, большинству местных рынков Республики Марий Эл свойственен низкий уровень развития. И лишь для некоторых из них характерен средний и высокий уровень развития. За последние годы отмечается явное улучшение в развитии местных рынков Йошкар-Олы, Волжска, Козмодемьянска, Звениговского, Медведевского и Оршанского районов. Согласно исследованиям, несмотря на потенциал, существующий в рыночной системе, развитие местных рынков Республики Марий Эл в настоящее время неравномерно, что является объективной закономерностью в условиях новой институциональной среды.

Список литературы

1. Городские округа и муниципальные районы Республики Марий Эл. 2012: Статистический сборник // Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Марий Эл. – Йошкар-Ола, 2012. – 246 с. – С. 224–228.
2. Основные положения организации и ведения лесного хозяйства Республики Марий Эл. – М., 2004. – С. 6.
3. Официальный сайт Правительства Республики Марий Эл [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gov.mari.ru/> (дата обращения 09.04.2013).
4. Попов Е. Эволюция институциональной структуры предприятия // Проблемы теории и практики управления. – 2006. – № 7.
5. Стоянова Е. Финансовый менеджмент: теория и практика / Отв. ред. Е. Стоянова. – М.: Перспектива, 1998. – С. 77.
6. Цветкова Г.С., Черных В.В. Развитие местных рынков в условиях новой институциональной среды: монография. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2010. – 197 с.

7. Цветкова Г.С., Черных В.В. Ранговая оценка развития местных рынков // Вестник МарГТУ. – 2009. – № 2(6) – С. 30–36.

References

1. The Town neighborhood and municipal regions of the Republic Marie El. 2012: Statistical collection / Territorial organ of the Federal service of the state statistics of Marie El Republic. Yoshkar-Ola, 2012. 246 p. pp. 224–228.
2. The Main positions to organizations and conduct timber facilities Republics Marie El. Moscow, 2004. pp. 6.
3. The Official site Government Republics Marie El [Electronic resource]. The Mode of the access: <http://gov.mari.ru/> (the date of the address 09.04.2013).
4. Popov, E. Evolution институциональной structures of the enterprise // Problems to theories and practice of management. 2006. no. 7.
5. Stoyanova, E. Financial management: theory and practice / Отв. ред. Е. Stoyanov. М.: Perspektiva. 1998. pp. 77.
6. Tsvetkova, S., Chernyh, V. V. Development local market in condition new institutional ambiances: monograph / S. Tsvetkova, V.V. Chernyh. Yoshkar-Ola: MarGTU, 2010. 197 p.
7. Tsvetkova, S., Chernyh, V. V. Rank estimation of the development local market / S. Tsvetkova, V.V. Chernyh // Vestnik MarGTU. 2009. no. 2(6) pp. 30–36.

Рецензенты:

Ларионова Н.И., д.э.н., профессор, декан факультета управления и права, ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет», г. Йошкар-Ола;
Низова Л.М., д.э.н., профессор кафедры социальных наук и технологий, ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет», г. Йошкар-Ола.

Работа поступила в редакцию 27.05.2013.

ДЫХАНИЕ КАК ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ ИСПОЛНИТЕЛЬСКИХ УМЕНИЙ И НАВЫКОВ УЧАЩИХСЯ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ИГРЕ НА ТУБЕ

Балагур Д.А.

ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет культуры и искусств»,

Химки, e-mail: kanc@mguki.ru;

музыкальная школа имени Б.А. Чайковского

В статье фокусируется внимание на проблеме развития и постановки исполнительского дыхания как основы для эффективного формирования всего комплекса исполнительских умений и навыков тубиста. Специально подобранные упражнения и рекомендации основаны на объективных научных исследованиях. Критический анализ дыхательной системы, связанный с постановкой и развитием исполнительского дыхания, показал разницу между естественным и исполнительским дыханием. Применяя новый подход к развитию исполнительского дыхания, необходимо отметить, что лёгкие следует рассматривать как ёмкость, равномерно заполненную воздухом в процессе обучения игре на тубе. Музыкальное исполнительство на медных духовых инструментах требует развитой в совершенстве воздушной опоры и определённой плотности дыхания. Дыхание совмещает резонирующую, регулировочную и музыкально-выразительную функции. В процессе обучения игре на тубе диафрагма играет особую роль. Именно она, постепенно возвращаясь в исходное положение, помогает найти опору при выдохе и звукообразовании. Предложена специальная методика и комплекс упражнений, направленных на выработку правильного исполнительского дыхания у тубиста, преодоление стрессовых ситуаций и сценического волнения.

Ключевые слова: исполнительское дыхание, тубист, обучение, упражнения, диафрагма, гаммы и арпеджио, воздушная опора

BREATHING AS THE BASIS OF THE PERFORMING SKILLS OF PUPILS IN THE LEARNING PROCESS TO PLAY THE TUBA

Balagur D.A.

Moscow State University of Culture and Arts, Khimki, e-mail: kanc@mguki.ru;

music school named B.A. Tchaikovsky

This article focuses attention on the development and formulation of performing breath as the foundation for the efficient formation of the complex performing skills tuba player. Specially selected exercises and recommendations are based on objective scientific research. Critical analysis of the respiratory system associated with the production and development of the performing breath, showed the difference between natural and performing breathing. Using the new approach to the development of performing breathing should be noted that the respiratory system should be considered as the capacitance is uniformly filled with air in learning to play a tube. Musical performance by brass instruments requires a developed perfectly air bearing and a certain density of breath. Breathing combines resonating, adjusting and musical expressive function. In the process of learning to play the tuba diaphragm plays a special role. It is gradually returning to its original position, helping to find support at exhalation and sound production. Offered a special technique and a set of exercises aimed at developing proper breathing in the performing tuba player, overcoming stress and stage of excitement.

Keywords: performing breath, tuba player, training, exercises, diaphragm, scales and arpeggios, air support.

Структуру исполнительских умений и навыков музыканта-духовика, в частности, тубиста, составляют правильное исполнительское дыхание, индивидуальные зрительно-слуховые представления, особая работа мускулатуры губ и лица, координированные движения пальцев, специфическое движение языка, а также непрерывный слуховой анализ. При этом основой для эффективного формирования всего комплекса исполнительских умений и навыков учащегося-тубиста является правильно поставленное исполнительское дыхание, специфика которого заключается в быстром вдохе и медленном выдохе.

В силу того, что туба – самый большой и тяжелый медный духовой инструмент, исполнительская деятельность тубиста отличается активной работой всей дыхательной системы и требует от исполнителя эмоци-

ональной стойкости, уверенности в своих силах и способности «возвращаться» из мышечного или ментального напряжения в расслабленное состояние. Скованные мышцы плечевого пояса, раздутая шея, зажата нижняя челюсть – всё это тормозит развитие исполнительских умений и навыков в процессе обучения игре на тубе. При возникновении стресса появляется слабое поверхностное импульсивное дыхание в очень частом ритме, что ведёт к хроническому напряжению и ослаблению нервной системы, а также постоянному волнению во время исполнения. В свою очередь, слабое и неправильное дыхание увеличивает предрасположенность к стрессу. Правильное дыхание меняет дыхательные привычки и освобождает от напряжения губной аппарат музыканта-духовика [1].

Для постановки правильного исполнительского дыхания в процессе обучения игре на трубе необходимо знать, что лёгкие – это ёмкость, в которой при полном заполнении воздухом возникает давление, образующее опору и устойчивый воздушный столб на выдохе. Многие обучающиеся на трубе этого не знают, и поэтому очень важно, чтобы преподаватель мог рассказать о работе всей дыхательной системы в целом. Также необходимо учитывать и возрастные особенности учащихся, так как, например, у детей от 7 до 10 лет более низкая эффективность лёгочной вентиляции, выражающаяся в ином газовом составе выдыхаемого воздуха, а также преобладает разный тип дыхания: у мальчиков – брюшной тип дыхания, а у девочек – грудной. Только к 14–17 годам дыхательная система начинает полноценно функционировать.

Необходимо отметить, что естественный и исполнительский типы дыхания имеют принципиальное различие. Чтобы понять принцип правильного исполнительского дыхания, нужно проделать специальные упражнения, которые покажут его отличие от естественного дыхания. Упражнения следует выполнять в положении стоя, очень медленно, контролируя работу диафрагмы и мышц брюшного пресса. Вначале следует освоить нижнее и среднее дыхание. Брать дыхание нужно бесшумно, через углы рта, а выпускать – через неплотно сомкнутые губы. На самом первом этапе обучения, упражнения рекомендуется выполнять, вдыхая и выдыхая воздух через нос – это покажет, насколько хорошо вентилируются лёгкие и готовы ли они к особенно активной работе. Для более глубокого сосредоточения можно закрыть глаза.

Естественное дыхание человека делится на четыре вида: нижнее, среднее, верхнее и смешанное.

Естественное нижнее дыхание. Этот тип дыхания характеризуется активным использованием нижних частей легких. Для контроля ладонь правой руки лежит на животе, левой – на левом боку, касаясь нижних частей ребер. Вдох – живот и бока расширяются вперед и в стороны. Выдох – живот и бока возвращаются в исходное положение.

Естественное среднее дыхание. Легкие наполняются воздухом и расширяются в основном в районе грудной клетки. При этом живот остается неподвижным, плечи не поднимаются. Ладонь правой руки лежит на груди, левой – на левом боку, касаясь средних частей ребер. Вдох – стенки грудной клетки расширяются вперед и в стороны; выдох – занимают исходное положение.

Естественное верхнее дыхание. Воздух сосредотачивается в верхней области

легких. Ладони рук лежат на верхней части грудной клетки. Вдох – поднимаются грудная клетка и плечи. Выдох – грудная клетка и плечи приходят в исходное положение.

Естественное смешанное дыхание. Используется полный объем легких, все три предыдущих вида естественного дыхания: нижнее, среднее, верхнее. Ладонь правой руки лежит на животе, левой – на левом боку, касаясь ребер. Вдох – воздух сначала набирается в нижнюю часть легких, живот и бока расширяются. Затем заполняется воздухом средняя часть легких; расширяется грудная клетка, ребра раздвигаются в стороны. И наконец, воздух поступает в верхнюю часть легких, поднимается грудная клетка и плечи. Выдох – в первую очередь выпускается воздух из нижней части легких, убираются живот и бока; затем – из средней части, грудная клетка расслабляется. Вслед за этим воздух выдыхают из верхней части, опускаются плечи и грудная клетка.

Исполнительское дыхание при игре на медных духовых инструментах, как уже отмечалось выше, во многом отличается от естественного жизненного дыхания. Прежде всего, оно должно быть интенсивным при выдохе и иметь воздушную опору. Вдох должен быть коротким, а выдох – продолжительным. Дыхание берется не через нос, а через рот. Объем легких, как правило, используется полностью. Способы вдоха и выдоха, приведенные в упражнениях для естественного дыхания, в корне меняются.

Основными видами исполнительского дыхания являются: нижнее, среднее и смешанное. Верхнее дыхание, которое подразумевает поднятие грудной клетки и плеч, не применяется. При этом среднее дыхание становится более глубоким и интенсивным. Отсутствие верхнего дыхания при игре на медных духовых инструментах связано с тем, что исполнитель концентрирует все свое внимание на нахождении воздушной опоры, которая зависит от работы таких сильных мышц, как диафрагма и брюшной пресс [3].

Смешанное исполнительское дыхание. Объединяет в себе два вида: нижнее и среднее. Именно смешанное дыхание является основным в исполнительской практике музыкантов духовиков. Для контроля ладонь правой руки лежит на животе, левой руки – на ребрах левого бока. При вдохе воздух заполняет сначала нижнюю часть легких. Расширяется область живота, боков, нижняя часть спины. Воздух поступает в среднюю и верхнюю часть легких, что приводит к подъему грудной клетки, растягиванию ребер и межреберных мышц. Плечи не поднимаются, а выдох в корне отличается от выдоха естественного дыхания. Возник-

новение так называемой воздушной опоры при выдохе ведет к тому, что вначале воздух выпускается из верхней и средней части легких. При этом мышцы живота, боков, спины как можно дольше остаются в положении вдоха. Брюшной пресс остается собранным, им контролируется выдох. Мышцы живота, боков и спины приходят в исходное положение в самый последний момент выдоха.

Осуществляя глубокий вдох, воздух приходит в колебательное движение у самого основания легких, проходя через бронхи, трахею, гортань, ротовую полость до амбушюра (область губ, участвующая в звукообразовании) и в результате образует устойчивый воздушный столб. При извлечении звука на трубе мышцы диафрагмы и брюшного пресса сразу же начинают сокращаться и посылать толчкообразные импульсы в ротовую полость. Звук имеет свое начало, опирающееся на мышцы диафрагмы и брюшного пресса. Поставленное профессиональное дыхание предполагает при вдохе сокращение сначала диафрагмы, а потом — наружных межреберных мышц. Процесс наполнения легких воздухом происходит снизу вверх. При выдохе, наоборот, сверху вниз, то есть вначале сокращаются внутренние межреберные мышцы, затем диафрагма приходит в свое исходное положение.

Постановку дыхания начинают с постановки вдоха. Хорошо поставленный вдох отличается лёгкостью и непринуждённостью, обеспечивает хорошую вентиляцию всех участков лёгких и равномерную нагрузку на все дыхательные мышцы. Правильность постановки исполнительского дыхания можно проверить следующим образом. Нужно лечь на спину, ладонь правой руки положить на живот, левой руки — на грудь и глубоко вдохнуть. Почувствовать, как вначале поднимается живот, и расширяются бока; затем воздух поступает в среднюю и верхнюю область легких, поднимается грудная клетка и увеличивается ее объем. Плечи остаются неподвижными. При выдохе брюшной пресс сохраняет собранность и силу. Он контролирует продолжительность, и интенсивность выдыхаемой струи воздуха из верхней, средней и нижней областей легких [5].

Рентгеновские снимки, полученные во время исполнения гамм и арпеджио на трубе в разных динамических оттенках, показывают, как сильно зажимается горло и гортань, препятствуя свободному прохождению воздушного потока. Поэтому для повышения эффективности всей дыхательной системы перед занятиями на трубе следует выполнять ряд специально отобранных дыхательных упражнений:

Глубокое дыхание. Дышите так, чтобы сначала работала диафрагма и мышцы живота; затем раздвигались нижние и средние ребра и только в последнюю очередь — верх-

няя часть грудной клетки. Не давая выпячиваться животу, чтобы дыхание совершалось полнее, не завершая движение диафрагмы, переходите к плавному подъему ребер, сначала нижних, потом средних и верхних. Нельзя допускать, чтобы конец вдоха совершался с усилием. Глубокое дыхание вовсе не обозначает максимального наполнения легких воздухом при каждом вдохе. Лучше вдыхать среднее количество воздуха, но распределять его по всему объему легких. Несколько раз необходимо делать ряд полных, глубоких вдохов с предельным наполнением, чтобы поддерживать весь дыхательный механизм в состоянии готовности.

Очищающее дыхание. Рекомендуется делать сразу после прекращения задержки дыхания. Выполняется упражнение следующим образом: сделайте глубокий вдох, наполнив легкие воздухом, задержите воздух на несколько секунд, сожмите губы, как для свистка, и с силой выдохните немного воздуха. Затем на секунду остановитесь, и снова сделайте короткий выдох, проталкивая воздух сквозь губы и т.д., пока не будет выдохнут весь воздух. Важно, чтобы воздух выдыхался сильно, энергично. Это упражнение действует необыкновенно освежающе и быстро устраняет нехватку кислорода. Выполняйте его 2 — 4 раза подряд.

Подъём грудной клетки. Вдохните и наполните легкие воздухом, сделайте задержку дыхания. Руки вытяните перед собой на уровне плеч и соедините с напряжением сжатые кулаки. Резко отведите руки назад, сохраняя их в поднятом положении. Спокойно верните руки вперед. Повторите движения рук несколько раз. Выдохните воздух через открытый рот, расширяя горло, будто произносите какой-нибудь слог или звук.

Увеличение рабочего объёма лёгких. Рабочий объем легких значительно увеличивается при глубоком полном дыхании с максимальным наполнением легких воздухом. Встаньте прямо, опустив руки. Начав вдох по правилу полного дыхания, согните руки в локтях и несильно ударяйте по груди пальцами так, как обычно простукивает доктор пациента. Когда легкие наполнятся, легко ударьте ладонями по грудной клетке. Аэродинамический удар расправит спавшиеся альвеолы, заставит их функционировать, активизирует отдачу кислорода в кровь. Не ударяйте сильно и многократно. Упражнение выполняют осторожно, систематически и не чаще 1–2 раз в день [4].

Формируя исполнительские умения и навыки в процессе обучения игре на трубе, также следует обратить внимание на связь между слуховой и двигательной сферой. Исполнитель, находящийся на начальных ступенях своего развития, добивается правильного звучания не всегда за счёт рации-

онального, целесообразного движения. Причина подобного явления заключается в следующем: часть центральной нервной системы, управляющая двигательным процессом с помощью слуховых ощущений, проявляет бездействие, равнодушие к двигательной форме исполнительских приёмов и не всегда способна действовать рационально без вмешательства сознания для формирования сложнейших и чрезвычайно тонких исполнительских умений и навыков [2]. Играя на тубе, учащийся может только частично контролировать работу центральной нервной системы. Для формирования исполнительских умений и навыков были разработаны следующие упражнения и приёмы, поддерживающие ЦНС в активном состоянии или в состоянии покоя перед началом занятий на тубе:

Упражнение на снятие напряжения, мышечных зажимов и регуляцию психических состояний. Стойте ровно, ноги на ширине плеч, сделайте глубокий вдох и задержите дыхание. Вытянутые вперед расслабленные руки медленно разведите в стороны, постепенно напрягая мускулы с таким расчетом, чтобы, когда руки будут полностью разведены к плечам, кулаки были сжаты, а в мышцах рук ощущалась дрожь от напряжения. Затем медленно раскрывайте кулаки и снова быстро их сжимайте. Повторяйте это движение несколько раз. С усилием выдохните воздух через рот. Далее выполните упражнение «очищающее дыхание», представленное выше. Эффективность данного упражнения в значительной степени зависит от силы напряжения мускулов, быстроты сжатия кулаков и, главным образом, от глубины дыхания.

Упражнение на преодоление исполнительского (сценического) волнения. В положении стоя, сделайте глубокий вдох, одновременно медленно поднимая руки над головой. Задержите дыхание на 10 секунд, затем резко наклонитесь вперед, бросьте руки вниз, выдыхая воздух раскрытым ртом со слогом «ха». Слог произносится воздухом, а не голосом. Упражнение быстро снимает предстартовое исполнительское волнение и нервную дрожь.

Есть ещё одно похожее упражнение. Стойте прямо, ноги врозь, резко выдохните. Сделайте медленный полный вдох, одновременно поднимая руки вперед, ладонями вверх. Задержав дыхание, сожмите пальцы в кулаки, быстро приблизив их к плечам, и снова выпрямите руки. Затем с выдохом опустите руки и расслабьте их, немного наклонившись вперед. Это упражнение особо эффективно, если, выпрямляя руки вперед, вы будете делать так, будто преодолеваете какое-то сильное сопротивление медленно, с усилием. Упражнение помогает устранить

волнение перед концертом или экзаменом, снимает нервную дрожь в руках, придает уверенность в себе, формирует готовность к занятиям на тубе.

Итак, подводя итоги, можно констатировать, что работа дыхательного аппарата музыканта-духовика отличается большой сложностью. Во время исполнения дыхание совмещает резонирующую, регулировочную и музыкально-выразительную функции. В процессе обучения игре на тубе особая роль отводится диафрагме, именно она постепенно возвращаясь в исходное положение, помогает найти опору при выдохе и звукообразовании. Выразительный звук требует развитой в совершенстве воздушной опоры и определённой плотности дыхания. Рекомендованные дыхательные упражнения, несомненно, будут способствовать правильной постановке дыхания у тубиста, помогут ему осуществлять контроль над внутренними и внешними мышечными движениями в процессе исполнительской деятельности.

Список литературы

1. Балагур Д.А. Использование электронных образовательных ресурсов для контроля и поддержания исполнительского аппарата музыканта при обучении игре на духовом инструменте // Современные проблемы гуманитарных и естественных наук: материалы X международной научно-практической 20-21 марта 2012 г. Т. II. – М., 2012. – С. 172–176.
2. Балагур Д.А. Электронные образовательные ресурсы как составная часть креативной технологии обучения музыке // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – М., 2011. – № 8 (31). – С. 129–131.
3. Венгловский В. Основы рациональной постановки при игре на тромбоне // Вопросы музыкальной педагогики // Музыка: сб. статей / ред.-сост. Ю. Усов. – 1983. – С. 19–23.
4. Микрюков М.П. С ружьём на глубину; спортивная подводная стрельба // ДОСААФ. – М., 1973. – 82 с. – С. 28–29.
5. Терехин Р., Апатский В. Методика обучения игре на фаготе: учеб. пособие. – М.: Музыка, 1988. – 208 с., нот. – С. 68–73.

References

1. Balagur D.A. Ispol'zovanie jelektronnyh obrazovatel'nyh resursov dlja kontrolja i podderzhanija ispolnitel'skogo apparata muzykanta pri obuchenii igre na duhovom instrumente // Materialy X mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj «Sovremennye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk 20-21 marta 2012 g. T. II». Moskva. 2012. pp. 172–176.
2. Balagur D.A. Jelektronnye obrazovatel'nye resursy kak sostavnaja chast' kreativnoj tehnologii obuchenija muzyke // Aktual'nye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk. Moskva. – 2011. no. 8 (31). pp. 129–131.
3. Venglovskij V. Osnovy racional'noj postanovki pri igre na trombone // Voprosy muzykal'noj pedagogiki: Muzyka, 1983. Sb. statej / Red-sost. Ju. Usov. pp. 19–23.
4. Mikrjukov M.P. «S ruzh'jom na glubinu; sportivnaja podvodnaja strel'ba»: DOSAAF, MOSKVA, 1973. 82 s. pp. 28–29.
5. Terjohin R., Apatskij V. Metodika obuchenija igre na fagote: Ucheb. Posobie. M.: Muzyka, 1988. 208 p., not. pp. 68–73.

Рецензенты:

Самойлов В.Д., д.п.н., канд. военных наук, профессор права, МГТУ МИРЭА, г. Москва;

Беленов Л.Д., д.искусствоведения, профессор, МГИМ им. А. Шнитке, г. Москва.

Работа поступила в редакцию 27.05.2013.

УДК 378.03:304.2

ФОРМИРОВАНИЕ ТОЛЕРАНТНЫХ ЦЕННОСТЕЙ У БАКАЛАВРОВ – БУДУЩИХ ПЕДАГОГОВ В СОВРЕМЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЕ

Безотечество Л.М.*ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, e-mail: office@sfu-kras.ru*

В статье рассмотрены теоретические предпосылки необходимости целенаправленного формирования ценностей у студентов – будущих педагогов. Определены принципиально важные характеристики современной информационной среды: большой объём информации, сложная сеть связей, высокая скорость изменения. Проанализирована роль информационной среды как одного из факторов, способствующих спонтанному формированию ценностей. На основе анализа обосновано применение информационных инструментов формирования ценностей: процесс формирования толерантности у бакалавров – будущих педагогов будет результативным, если наряду с другими средствами будут привлечены возможности информационной среды. Описана разработка интерактивной информационно-дискуссионной площадки – сайта «Учимся быть и учимся жить вместе», обеспечивающего возможность активного диалога субъектов и интегрирование ценностей толерантности в корпоративную культуру вуза.

Ключевые слова: толерантность, формирование ценностей, современная информационная среда, педагогическое образование

FORMATION OF TOLERANCE VALUES AMONG STUDENTS – THE FUTURE OF THE TEACHER IN THE MODERN INFORMATION ENVIRONMENT

Bezotchestvo L.M.*Siberian Federal University, Krasnoyarsk, e-mail: office@sfu-kras.ru*

The paper considers theoretical preconditions needed purposeful formation of values among the students – future teachers. Identified the crucial characteristics of the modern information environment: a large amount of information, a complex network of communications, a high rate of change. Analyzed the role of the information environment as one of the factors that contribute to spontaneous formation of values. Based on analysis substantiated the use of information tools develop values: tolerance in the process of formation of bachelors – future teachers will be effective if, among other means, will be involved in the possibility of the information environment. Describes the development of interactive information-debating platform – the website «Learning to be and learning to live together», which provides an opportunity for active dialogue subjects and values of tolerance, integration into the corporate culture of the university.

Keywords: tolerance, the formation of values, modern information environment, pedagogical education

Одной из общепризнанных тенденций развития современного мира является его информатизация. Информация в совокупности с каналами коммуникации начинает рассматриваться как высшая ценность. Этот процесс влияет на все аспекты жизни общества, в том числе и на сферу образования.

Для оценки этого влияния рассмотрим основные характеристики современной информационной среды и её влияние на человека. Информационная эпоха создаёт качественно новые условия для развития личности и тем самым изменяет и саму личность.

Принципиально важными характеристиками информационной среды являются:

1. Большой объём информации.
2. Сложная сеть связей.
3. Высокая скорость изменения.

Раскроем содержание этих характеристик.

Большой объём информации не поддаётся классификации, цензуре, не всегда эта информация является достоверной. Образована она также совершенно стихийно. Д.В. Галкин [2] выделяет проблему «эрозии знания». Он подчеркивает, что «Интернет-ресурсы

с рефератами представляют из себя склады полуфабрикатного, готового к употреблению знания», то есть при работе с информацией не происходит подлинного присвоения знания. Мы, кроме этого, подчеркиваем, что информация, представленная на этих «складах», не всегда является правдивой.

В настоящее время не существует реально работающих законодательных и физических инструментов, способных как-либо регулировать весь объём интернет-контента. На законодательном уровне попытки ограничений, говорящие о важности авторского права – законопроекты SOPA и PIPA – подвергаются обоснованному обсуждению. Нельзя отрицать невозможность контроля всей сети даже в случаях уголовных преступлений (распространение порнографии, грубейшие нарушения авторских прав и прочие киберпреступления). Соккрытие информации происходит за счет размещения её в так называемом «глубоком интернете», «deep web», страницы которого не индексируются поисковыми машинами, и, соответственно, не поддаются прямому учету и цензуре.

Следующая выделяемая нами характеристика – сложнейшая сеть связей, которую можно рассматривать в нескольких плоскостях.

Во-первых, это система гиперссылок, зачастую возникающих спонтанно, связывающая информацию разного характера.

Во-вторых, возможность общения и взаимодействия различных групп населения, ранее не способных общаться по причинам разнесённости на большие расстояния (межнациональное общение), отсутствия площадок для общения (как пример – ранее школьники и студенты имели очень немного точек пересечения, теперь же на различных форумах и в социальных сетях их общение максимально, что зачастую вызывает агрессию со стороны старших) и проч.

Гончаров Н.В. [3] также подчеркивает, что «использование сети Интернета образует «новые слои» вне национальных и культурно-языковых границ. ... Информационные технологии являются одним из факторов, влияющих на социальную мобильность личности наряду с социально-экономическими условиями». Далее, рассматривая критику информатизации, он подчеркивает отсутствие социализирующей роли интернет-сообщества, увеличения «риска объективной дисгармонии, создания условий для нарушения абсолютных норм». Таким образом, активная информатизация системы образования может способствовать снижению воспитывающей и социализирующей роли этого социального института. Одним из путей, позволяющим избежать этого, является создание интерактивных площадок, переносящих некоторые традиции воспитания из стен школ и университетов в новую информационную среду. Это могут быть сайты, публики, интернет-газеты (подразумевающие возможность активного обсуждения, комментирования), целые сетевые сообщества.

Последняя характеристика – огромная скорость возникновения, изменения и старения информации, вызванная большим объёмом и сложностью связей. Здесь прослеживается связь с техникой: за полгода новейшее оборудование становится устаревшим, на порядок понижается его цена и значимость. То же самое происходит и с информацией, с той лишь разницей, что разные виды контента устаревают с разной скоростью. К системе образования это также имеет непосредственное отношение: современная компетентностная парадигма описывает результаты обучения не как приобретение личностью совокупности знаний, а как формирование у неё неких компетенций – способов деятельности, в том числе и по получению новых, соответствующих изменяющейся ситуации, знаний.

Виртуальная среда на сегодняшний день такова, что общество с успехом переносит в неё ряд своих потребностей: образовательные, воспитательные, информационные и проч. Для нас большой интерес имеет удовлетворение информационной средой эмоциональных потребностей современного молодого человека. Эмоциональная сфера тесно связана с ценностной. И если у взрослых людей ценности уже относительно стабильны и не поддаются мгновенному изменению, то в подростковом и в юношеском возрасте такого не наблюдается. Одной из характеристик, присущей этим периодам жизни, как раз и является формирование ценностей, самоидентификация, полное формирование я-концепции. И происходит это всё в том числе и в сетевом сообществе, которое отличается вышеперечисленными особенностями. Таким образом, формируемые ценности зачастую не согласуются с нормами общественной морали, являются асоциальными и не интегрированными в реальный мир. В связи с этим институт образования не должен терять ведущей роли в процессах формирования ценностной сферы человека, поскольку стихийное её создание не всегда приводит к социально приемлемым результатам.

В связи с этим актуальной является разработка информационных инструментов формирования ценностей. В процессе исследования феномена формирования толерантности студентов – будущих педагогов мы пришли к выводу что наряду с другими мероприятиями, для результативности формирования необходимо привлекать возможности информационной среды. Нами разработана интерактивная информационно-дискуссионная площадка – сайт «Учимся быть и учимся жить вместе», обеспечивающая возможность активного диалога субъектов.

Системообразующей идеей создания сайта является интегрирование ценностей толерантности в корпоративную культуру вуза. В настоящее время Сибирский федеральный университет является поликультурной организацией, обеспечивающей взаимодействие людей различных народностей, религий, социальных установок. По словам С.И. Верховца – проректора по науке и международному сотрудничеству СФУ: «Сибирский федеральный университет – это место пересечения различных культур и площадка, открытая для научного и образовательного диалога» (взято с сайта международного сотрудничества СФУ <http://international.sfu-kras.ru>). Толерантность, понимаемая нами как общекультурная компетентность, интегративное личностное качество субъекта, являющееся

основой его личностного развития, основанное на ценностном отношении к людям в соответствии с которым человек, имея собственную жизненную позицию, уважает и признаёт право другого воспринимать, мыслить и действовать иначе, видит ценность многообразия, а также готов строить взаимодействие на основе других точек зрения [1], является неотъемлемым условием успешного взаимодействия представителей различных культур. Интеграция в корпоративную культуру СФУ толерантных ценностей становится жизненно необходимой в современной поликультурной среде.

Центром, обеспечивающим эту интеграцию, и будет являться специально созданный сайт. В этом плане цели его создания двояки: во-первых, он является средством формирования толерантности, во-вторых содержит методический инструментарий, необходимый педагогам для формирования этого качества у своих студентов.

Создание сайта «Учимся жить и учимся быть вместе» как средство формирования толерантности учитывает технологию формирования ценностей. Общепсихологические подходы к формированию ценностей включают в этот процесс три основных компонента: знаю, чувствую, делаю – когнитивную, аффективную и конативную стороны. Формирование ценностей зависит от воздействия на интеллект, эмоции лично-

сти, от её активной практической деятельности [4, 5].

Рассматривая когнитивный компонент, А.В. Сластёнин выделяет две сменяющие друг друга траектории развития – от непосредственного отражения фактов и жизненных реалий к абстрактному мышлению и вновь возвращение к конкретному, но только на более высоком уровне осознания. Это циклическое движение мысли обеспечивается за счет ориентации студентов на принятие толерантных ценностей, понимания ими важности толерантности как личностного качества, необходимого для успешной самоактуализации, *самореализации* в профессиональном и в частном планах. Информация, соответствующая этой тематике, будет размещена на сайте в разделе «Толерантность» (рисунок), посвященном теоретическому обоснованию идей толерантного взаимодействия.

Аффективный компонент предполагает эмоциональное окрашивание формируемых ценностей. Для того чтобы знания органически переросли в стремления и установки, они должны проникнуть в сферу чувств и переживаний личности. Реализация принятия толерантных ценностей будет выстроена через обращение к ситуациям, происходящим в современном мире, через обращение студентов к своему личному опыту. За этот компонент отвечает такой раздел сайта, как «Давайте поговорим».



Структура сайта «Учимся жить и учимся быть вместе»

Наряду с ориентацией и принятием в процессе формирования толерантных ценностей важную роль играет и их закрепление, основанное на интерактивной деятельности учащихся. Описывая конативную сторону формирования ценностей, [5] подчеркивает, что этот процесс связан с «осуществлением целенаправленной активности».

Целесообразно привлечь потенциал информационной среды для создания активной дискуссионной площадки, позволяющей обсуждать проблемы непосредственно в сети. Организационная форма этого обсуждения – возможность комментировать тексты, составляющие содержание сайта. Технически реализована эта возможность будет во всех разделах, но наиболее важной будет являться область «Давайте поговорим».

Кроме того, сайт содержит отдел, посвященный первоначальной оценке уровня сформированности толерантности и рефлексии – «Толерантны ли вы?», фото- и видеогалерею и сборник практических работ.

Эти практические работы – методический инструментальный – согласуются со второй главной целью создания сайта: создать централизованный сборник методик, которые могут использовать в своей работе преподаватели, занимающиеся формированием толерантности. В открытом доступе там будут размещены наши разработки, тренинги, методики и проч.

Список литературы

1. Безотечество Л.М. Толерантность как ключевая компетентность педагога // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6; URL: www.science-education.ru/106-7857 (дата обращения: 01.04.2013).

2. Галкин Д.В. Проблемы образования в контексте информатизации: в поисках модели практической педагогики // Гуманитарная информатика. – 2010. – Вып. 3; URL: <http://huminf.tsu.ru/e-jurnal/magazine/3/gal2.html>.

3. Гончаров В.Н. Информатизация российского образования как форма социально-культурной деятельности // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 8 – стр. 17-21; URL: www.rae.ru/fs/?section=content&op=show_article&article_id=7796551 (дата обращения: 07.04.2013).

4. Раитина М. С. Ценности и ценностные ориентации, их формирование и роль в развитии личности // Научный электронный архив. URL: <http://econf.rae.ru/article/5159> (дата обращения: 07.04.2013).

5. Слостеннин В.А. Профессиональное саморазвитие учителя // Сибирский педагогический журнал. – 2005 – № 2. – С. 3–12.

References

1. Bezotchestvo L.M. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education] 2012, no 6. URL: www.science-education.ru/106-7857.

2. Galkin D.V. *Gumanitarnaya informatika*. [Humanities information science] 2010, no 3. URL: <http://huminf.tsu.ru/e-jurnal/magazine/3/gal2.html>.

3. Goncharov V.N. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental research] 2011, no 8, pp. 17-21. URL: www.rae.ru/fs/?section=content&op=show_article&article_id=7796551.

4. Raitina M.S. *Nauchnyj elektronnyj arhiv*. URL: <http://econf.rae.ru/article/5159>.

5. Slastjonin V.A. *Sibirskij pedagogicheskij zhurnal* [Siberian pedagogical journal] 2005, no 2, pp. 3–12.

Рецензенты:

Гафурова Н.В., д.п.н., профессор кафедры педагогики профессионального обучения института педагогики, психологии и социологии, ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск;

Осипова С.И., д.п.н., профессор, зав. кафедрой «Высшая математика – 3», ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск.

Работа поступила в редакцию 27.05.2013.

УДК [378:011.3/057.875:62]: [37.016:502/504]:004

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ ИНФОРМАЦИОННЫХ И КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ И УМЕНИЙ БУДУЩЕГО ИНЖЕНЕРА-ЭКОЛОГА

Разживина Г.П., Симонова И.Н.*ГОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»,
Пенза, e-mail: irina.simonova.79@mail.ru*

Актуальность проведения данного исследования определяется противоречием между необходимостью формирования экологических знаний и умений будущего инженера и недостаточным использованием образовательного потенциала средств ИКТ в профессионально-методической системе подготовки студентов технического вуза. В результате исследования были выявлены структурированные требования к компетенциям в соответствии с ФГОС третьего поколения и определены условия, способствующие реализации дидактического потенциала средств ИКТ в формировании экологических знаний и умений будущего инженера. Основопологающую позицию в этом вопросе занимает процесс создания информационно-коммуникационной образовательной среды (ИКОС) – совокупности субъектов и объектов образовательного процесса, обеспечивающих эффективную реализацию современных образовательных технологий, ориентированных на повышение качества образовательных результатов. Выявлены дидактические особенности и возможности средств информационных и коммуникационных технологий экологической направленности. Высокие рейтинговые показатели знаний и умений студентов после внедрения ИКТ в учебный процесс доказали эффективность современных образовательных технологий в сочетании с усовершенствованным содержанием экологического образования.

Ключевые слова: информационно-коммуникационные технологии (ИКТ), информационно-коммуникационная образовательная среда (ИКОС), экологические знания, экологические умения

USE OF MEANS OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES FOR FORMATION OF ECOLOGICAL KNOWLEDGE AND ABILITIES OF FUTURE ENGINEER-ECOLOGIST

Razzhivina G.P., Simonova I.N.*Penza State University of Architecture and Construction, Penza, e-mail: irina.simonova.79@mail.ru*

Relevance of carrying out this research is defined by a contradiction between need of formation of ecological knowledge and abilities of future engineer and insufficient use of educational potential of means of ICT for professional and methodical system of preparation of students of technical college. As a result of research the structured requirements to competences according to FGOS of the third generation were revealed and the conditions promoting realization of didactic potential of means of ICT in formation of ecological knowledge and abilities of future engineer are defined. The fundamental position in this question is taken by process of creation of the information and communication educational environment (ICEE) – set of subjects and the objects of educational process providing effective realization of modern educational technologies, the educational results focused on improvement of quality. Didactic features and possibilities of means of information and communication technologies of an ecological orientation are revealed. High rating rates of knowledge and abilities of students after ICT introduction in educational process proved efficiency of modern educational technologies in combination with the advanced content of ecological education.

Keywords: information and communication technologies (ICT), information and communication educational environment (ICEE), ecological knowledge, ecological abilities

В системе высшего технического образования России накоплен значительный опыт подготовки инженеров с использованием средств ИКТ (информационных и коммуникационных технологий) в учебном процессе. В связи с этим с особой остротой встает проблема подготовки личности специалиста технического профиля с высоким уровнем сформированности экологических знаний и умений. При этом ряд аспектов этой подготовки, например, проблема использования средств ИКТ и построенной на их основе ИКОС (информационно-коммуникационная образовательная среда) с целью более эффектив-

ного формирования экологических знаний и умений у будущих инженеров, исследован недостаточно.

Важной задачей, которая может быть решена посредством использования средств ИКТ, является повышение мотивации обучающихся к образовательной деятельности, развитие у них познавательной активности.

В качестве ядра системы экологического образования еще А.Н. Захлебный выделил четыре взаимосвязанных компонента:

– компонент, основанный на идее о характере взаимодействия природы и общества, о глобальных экологических проблемах – *познавательный*;

– компонент ценностных ориентации, основанный на общественной и личной значимости природы – *ценностный*;

– компонент нравственных и правовых норм природопользования, правил поведения в окружающей среде – *нормативный*;

– компонент способов деятельности учащихся, направленный на формирование познавательных и практических умений экологического характера – *деятельностный* [3].

Основываясь на этих «четыре китах», и по сей день строится экологическое образование в России. Но некоторые инновации все же необходимы, чтобы шагнуть в ногу со временем и потребностями современного общества.

Чтобы активно познавать, обучаемым необходимо проектировать свою познавательную деятельность и использовать исследовательский подход, и для этого нужна иная ИКОС с другими образовательными целями и дидактическими возможностями. Эти возможности появляются при использовании в учебном процессе электронных образовательных ресурсов (ЭОР) и средства ИКТ. Среда ИКОС нужна, прежде всего, для реализации новых видов учебной деятельности, для достижения новых образовательных результатов, что, вновь подчеркнем, отражено в новом поколении ФГОС.

Таким образом, актуальность проведения данного исследования определяется противоречием между необходимостью формирования экологических знаний и умений будущего инженера и недостаточным использованием образовательного потенциала средств ИКТ в профессионально-методической системе подготовки студентов в техническом вузе. Выявленное противоречие обусловило проблему нашего исследования: *«Использование средства информационных и коммуникационных технологий для формирования экологических знаний и умений будущего инженера-эколога»*.

Цель исследования: разработать и обосновать педагогические условия и методику использования средств ИКТ в процессе формирования экологических знаний и умений будущего инженера.

Объектом исследования является процесс профессиональной подготовки будущего инженера в образовательном процессе вуза.

Предмет исследования – использование средств ИКТ в процессе формирования экологических знаний и умений будущего инженера.

Материалы и методы исследования

Материалы и методы исследования определялись методологическими основами, целями, сущностью поставленных теоретических и практических проблем, а также личностно-деятельностным подхо-

дом, реализованными в исследовании. В связи с этим использовались методы:

- теоретического уровня: теоретический анализ и изучение психолого-педагогической и методической литературы, законодательных актов в области образования, нормативных и программно-методических документов, диссертационных исследований;

- эмпирического уровня: наблюдение, анкетирование, тестирование, беседа, опрос, самооценка и экспертная оценка, педагогический эксперимент.

Результаты исследования и их обсуждения

Результаты образовательного процесса определяются содержанием учебной деятельности, и многие недостатки формирования экологических знаний и умений будущего инженера являются следствием того, что целый ряд видов учебной деятельности реализуется недостаточно эффективно или не может быть вообще реализован на основе традиционных средств обучения.

Следовательно, необходимо развитие, расширение арсенала средств обучения и их целенаправленное применение с тем, чтобы разнообразить виды учебной деятельности студентов технического вуза за счет них. Такими средствами обучения могут стать ИКТ. Именно они могут интенсифицировать традиционные методы обучения за счет визуализации, расширения источников учебной информации, оперативности контроля и обеспечить возможности реализации новых видов учебной деятельности, связанных с исследованием, анализом, проверкой гипотез, внедрением результатов исследования, мониторингом влияния тех или иных факторов на развитие определенных процессов (в том числе экологического характера).

В исследовании нами были выделены и сформулированы группы компетенций и задачи, решаемые для достижения конечного результата подготовки специалиста в области охраны окружающей среды, формирования общекультурной и профессиональной компетентности будущего инженера-эколога на базе средств ИКТ. Исходное положение при организации исследования состоит в новом понимании реализации индивидуальной образовательной траектории в информационно-коммуникационной образовательной среде. Главное преимущество ИКОС, отличающейся высоким уровнем вариативности, заключается в ее гибкости, позволяющей адаптировать среду к индивидуальным запросам обучающегося. Этот тезис подтвержден в педагогической науке С.Г. Григорьевым, С.В. Зенкиной, А.А. Кузнецовым, М.А. Сурхаевым и др. Средства ИКТ в составе ИКОС откры-

вают огромные возможности для визуализации, зрительного изображения учебной информации при обучении многим учебным предметам, в том числе и предметам экологической направленности. [2]

Результаты анализа взаимозависимости содержания учебной деятельности, используемых видов ИКТ и формируемых общекультурных и профессиональных компетенций, представлены в таблице.

Формирование экологических знаний, умений, общекультурных (ОК) и профессиональных компетенций (ПК) посредством интерактивного режима работы со средствами информационно-коммуникационных технологий

Компоненты экологических знаний и умений	Виды учебной деятельности, в которой они формируются	ИКТ, необходимые в данных видах учебной деятельности	Формируемые общекультурные (ОК) и (ПК)
<i>Лекция</i> (восприятие, осмысление, систематизация, обобщение)	- поиск информации в ЭОР, интернете, литературе; - подготовка, отбор и сравнение материала из разных источников	- информационные ИКТ; - демонстрационные ИКТ; - информационные технологии	ОК-4, ОК- 5, ОК-6; ПК-8; ПК-10;
<i>Практические занятия</i> (организационно-практические умения, рефлексивные умения)	- анализ графиков, таблиц, схем; - выполнение работ практикума; - анализ проблемных ситуаций	- обучающие ИКТ; - контролирующие ИКТ	ОК-12; ПК-11;
Лабораторная работа	выполнение лабораторных работ исследовательского эксперимента	- тренажеры; - моделирующие; - имитационные ИКТ	ОК-4; ПК-21;
<i>Тестирование</i> (интеллектуальные и рефлексивные умения)	выполнение заданий по классификации понятий	ИКТ тестирования, контроль, информационные технологии	ОК-13; ОК-11; ПК-8;
Самостоятельная работа (интеллектуальные и рефлексивные умения)	решение экспериментальных задач	информационные технологии	ОК-8; ОК-10; ПК-16;
<i>Деловая игра</i> (практические, интеллектуальные, рефлексивные умения)	- анализ проблемных учебных ситуаций; - построение гипотезы на основе имеющихся данных	- имитационные ИКТ; - моделирующие ИКТ	ОК-7; ПК-19;
<i>Дискуссии</i> (интеллектуальная и коммуникативная этика)	- контент-анализ; - обсуждение учебных фильмов; презентации	- тренажеры ИКТ; - игровые ИКТ; - моделирующие ИКТ; - информационные ИКТ	ОК-12; ПК-15.

Следовательно, профессионально-методическая система подготовки будущего инженера, на наш взгляд, должна строиться исходя из теории и практики создания ИКОС. В настоящее время формирование знаний, умений и навыков определения и использования средств ИКТ в учебном процессе должно целенаправленно осуществляться в соответствии с содержанием новой редакции ФГОС ВПО, предполагающей интенсивное внедрение ИКТ практически во все компоненты профессионально-методической подготовки будущего специалиста в вузе. Модели ИКТ в настоящее время разрабатываются, а часть из них успешно применяется при исследовании систем образования [1, 4, 6].

Процесс формирования экологических знаний и умений будущего инженера все

в большей степени будет определяться развитием арсенала новых организационных форм и методов обучения, привносимых в образовательный процесс средствами ИКТ. Экологическое образование необходимо развивать и культивировать в современном мире, так как это шаг навстречу гуманному сосуществованию в ноосфере. Это личностное приобретение человека, совокупность изменений, наступивших в нем в результате его собственной активности, «...это гораздо больше, чем знания, умения и навыки, это мировоззрение, это вера в приоритет жизни...», «...важнейшая часть образования состоит в конкретных действиях, поступках, закрепляющих и развивающих это мировоззрение» [5].

Педагогический эксперимент проводился с 2009 года по 2012 год на базе Института инженерной экологии Пензенского государственного университета архитектуры и строительства (ПГУАС), готовящего бакалавров по направлениям 280200 «Защита окружающей среды» и 280700 «Техносферная безопасность» с целью выявления степени готовности к профессиональной деятельности выпускников, обучающихся по традиционной и усовершенствованной нами модели обучения с использованием

средств ИКТ и формированием соответствующей ИКОС. Исследования показали, что контрольная группа студентов имеет невысокий процент усвоения знаний и формирования на их основе умений, который составляет 36,25 %. Это уровень ниже среднего, то есть ниже 50 процентов.

Распределение студентов контрольной и экспериментальной групп по уровням сформированности экологических знаний и умений в условиях внедрения средств ИКТ в обучении отражено на рисунке.



Динамика уровня сформированности знаний и умений студентов-экологов экспериментальной и контрольной групп

Экспериментальная группа показала лучший процент усвоения знаний и формирования умений, так как именно в этой группе активно использовались средства ИКТ во всех видах учебной деятельности, что и привело к таким высоким показателям. Средний процент усвоения в экспериментальной группе составил 66,75 %. Обобщив результаты, полученные в ходе эксперимента по выделенным нами критериям сформированности знаний и умений у студентов-экологов, мы пришли к следующему выводу: студенты экспериментальной группы достигли такого высокого уровня знаний и сформированности профессиональной компетентности благодаря активному внедрению средств ИКТ в учебный процесс. Таким образом, была достигнута основная цель эксперимента – подтверждена эффективность разработанной нами модели формирования экологических знаний и умений студентов технического вуза с использованием средств ИКТ.

Таким образом, данные эксперимента свидетельствуют об эффективности разработанного содержания образовательного процесса и модели формирования экологических знаний и умений будущего инжене-

ра на базе средств ИКТ, позволяющих проектировать и реализовать новую ИКОС.

Выводы

1. Выявлены в подготовке будущего инженера структурированные требования к компетенциям в соответствии с ФГОС третьего поколения и созданы условия для эффективного использования средств ИКТ в процессе формирования общекультурных (ОК) и профессиональных (ПК) компетенций.

2. Определены условия, способствующие реализации дидактического потенциала средств ИКТ в формировании экологических знаний и умений будущего инженера. Основопологающую позицию в этом вопросе занимает процесс создания ИКОС – совокупности субъектов и объектов образовательного процесса, обеспечивающих эффективную реализацию современных образовательных технологий, ориентированных на повышение качества образовательных результатов.

3. Выявлены дидактические особенности и возможности средств информационных и коммуникационных технологий экологической направленности. Высокие

рейтинговые показатели знаний и умений студентов после внедрения ИКТ в учебный процесс доказали эффективность современных образовательных технологий в сочетании с усовершенствованным содержанием образования.

4. Обоснованы виды учебной деятельности, подобраны соответствующие средства ИКТ, обеспечивающие реализацию данных видов учебной деятельности.

Список литературы

1. Дворецкая А.В., Рафаева А.В. Применение кластерного поиска в образовании // Педагогические технологии. – 2006. – № 4. – С. 61–71.
2. Зенкина С.В. Педагогические основы ориентации информационно-коммуникационной среды на новые образовательные результаты: дис. ... д-ра пед. наук. – М., 2007.
3. Ситаров В.А., Пустовойтов В.В. Социальная экология: Учебное пособие для студентов высших педагогических учебных заведений. – М., 2000.
4. Тихонов В.П. Открытое образование – объективная парадигма XXI века / под ред. В.П. Тихонова. – М.: МЭСИ, 2000. 288 с.
5. Система психолого-педагогической диагностики и оценки для экологического образования в интересах устойчивого развития / Г.А. Ягодин, М.В. Аргунова, Т.А. Плюснина, Д.В. Моргунов, Г.В. Шейнис / под ред. Г.А. Ягодина. – М.: Миио, 2010.
6. Яковлев А.И. Информационные и телекоммуникационные технологии в образовании // Информационное общество. – 2001. – № 2. – С. 32–37.

References

1. Dvoretzkaya And. In., Rafaeva A.V. The use of cluster search in education/ Pedagogical technologies. 2006. no. 4. pp. 61–71.
2. Zenkina With. In. Pedagogical basis orientation information and communication environment for new educational results dis. ... DSC ped. nauk. M., 2007.
3. Sitarov V.A., Pustovoytov V.V. Social ecology // textbook for students of higher pedagogical educational institutions. M., 2000.
4. Tikhonov V.P., Open education is an objective paradigm of the XXI century / Ed. By. V.P. Tikhonov. M.: MESI, 2000. 288 p.
5. Yagodin G.A., Argunov M.In., Plyusnina T. And, Morgun D. In., Sheynis G. In. The system of psychological-pedagogical diagnostics and assessment for environmental education for sustainable development / Under ed. Mr.A. Yagodina. M.: Mioo, 2010.
6. Yakovlev A. Information and telecommunication technologies in education // the Information society. 2001. no. 2. pp. 32–37.

Рецензенты:

Мещеряков А.С., д.п.н., профессор кафедры «Сварочное, литейное производство и материаловедение», ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет», г. Пенза;

Найниш Л.А., д.п.н., профессор, зав. кафедрой начертательной геометрии и графики, ФГБОУ ВПО «Пензенский университет архитектуры и строительства», г. Пенза.
Работа поступила в редакцию 27.05.2013.

УДК 378

УПРАВЛЕНИЕ ПЕДАГОГИЧЕСКИМИ ИССЛЕДОВАНИЯМИ ОБРАЗОВАНИЯ В РЕГИОНЕ КАК ГУМАНИТАРНАЯ ПРАКТИКА

Яркова Т.А.

ФГБОУ ВПО «Тобольская государственная социально-педагогическая академия
им. Д.И. Менделеева», Тобольск, e-mail: tatyanyarkova59@mail.ru

Статья посвящена проблеме повышения качества педагогических исследований, актуальность которой рассматривается в контексте общей ситуации развития образования. Обосновывая актуальность, автор обозначает недостатки в организации педагогических исследований, влияющие на развитие образования в целом. Решение проблемы рассматривается в статье через реализацию новых инструментов управления педагогическими исследованиями. При этом управление представляется с гуманитарных позиций как единство воздействия и взаимодействия его субъектов. Основное содержание статьи составляет характеристика компонентов процессуальной модели управления и методов, с помощью которых осуществляются управленческие действия: проблематизация (контекстный анализ, форсайт, экспертиза и др.); планирование (построение дерева целей и др.); организация (бенчмаркинг, франчайзинг, проект-менеджмент и др.); внедрение (кейс-метод, тренинг, коучинг и др.); контроль и организация экспертно-аналитической деятельности (общественная и гуманитарная экспертизы); прогнозирование (сценарирование, SWOT-анализ). Завершается статья рассмотрением научно-образовательного кластера, создаваемого в регионе на основе сетевого взаимодействия образовательных, научных, общественных и других структур как инфраструктуры, обеспечивающей реализацию процессуальной модели управления.

Ключевые слова: управление педагогическими исследованиями, процессуальная модель управления, методы (форсайт, дерево целей, бенчмаркинг, франчайзинг, экспертиза и др.)

MANAGEMENT OF PEDAGOGICAL RESEARCHES OF EDUCATION IN THE REGION AS HUMANITARIAN PRACTICE

Yarkova T.A.

*Tobolsk state social and pedagogical academy
n.a. D.I. Mendeleev, Tobolsk, e-mail: tatyanyarkova59@mail.ru*

The article is devoted to a problem of improvement of quality of the pedagogical researches which relevance is considered in a context of the general situation of a development of education. The author designates shortcomings in the organizations of pedagogical researches influencing a development of education as a whole proving relevance. The solution is considered in article through realization of new instruments of management by pedagogical researches. Thus management is represented from humanitarian positions as unity of influence and interaction of his subjects. The main contents of article are made by the characteristic of components of procedural model of management and methods by means of which administrative actions are carried out: problematization (contextual analysis, forstait, examination, etc.); planning (creation of a tree is more whole, etc.); organization (benchmarking, franchizing, Project Management, etc.); introduction (case method, training, coaching, etc.); control and organization of expert and analytical activity (public and humanitarian examinations); forecasting (SWOT analysis). The article, as the infrastructure providing realization of procedural model of management comes to the end with consideration of the scientific and educational cluster created in the region on the basis of network interaction of educational, scientific, public and other structures.

Keywords: management of pedagogical researches, procedural model of management, methods (Forsyte, a tree is more whole, a benchmarking, franchizing, examination, etc.)

Современная ситуация характеризуется интересом со стороны государства и общества к содержанию и качеству научных педагогических исследований, значительный рост и результаты которых не обеспечивают решение проблем в сфере образования и реализацию прогностической функции научных исследований.

К числу важнейших недостатков организации научных исследований, в том числе и педагогических, по мнению учёных (А.В. Андрейкевич, В.В. Краевский, И.А. Липский, П.А. Мухин, Д.И. Фельдштейн и др.), относятся: рассогласованность субъектов научных исследований образования в определении тематики исследований, её недостаточной ориентированности на социальный заказ; неразвитость

инфраструктуры педагогических исследований образования; разрозненность исследователей в научных поисках; слабая скоординированность и интегрированность их деятельности; «недоведение» результатов исследований до практики образования и др. Следствием этого является «запаздывание» результатов педагогических исследований в решении актуальных и перспективных проблем образования, его дальнейшего развития.

Всё сказанное вызывает необходимость привлечения новых инструментов для повышения эффективности и качества педагогических исследований в сфере образования. В федеральных нормативных документах в области государственной образовательной и научной политики в настоящее вре-

мы делается ставка на активность регионов по разработке и реализации современных управленческих подходов в решении обозначенной проблемы. Необходимость регионального уровня обусловлена и тем, что в масштабах региона можно в наибольшей степени обеспечить комплексность принимаемых мер: охват всех учреждений, занимающихся педагогическими исследованиями; создание необходимых условий для организации педагогических исследований; создание единой сети научного, организационного, информационного обеспечения управления педагогическими исследованиями; организация подготовки научно-педагогических кадров и др.

В этой связи возникает потребность в разработке инструментария управленческой деятельности, обеспечивающего развитие образования региона средствами педагогических исследований. Необходимо отметить, что в зарубежных странах достаточно широко в управлении научными исследованиями применяются методы и инструменты управления, применяемые в управлении производством и организациями. Обратимся к анализу их возможностей относительно управления педагогическими исследованиями.

Управление педагогическими исследованиями мы рассматриваем как плановый, прогнозируемый и технологический обеспеченный процесс уровня воздействия на взаимодействие субъектов педагогической науки и образования в организации и проведении педагогических исследований с целью развития образования в регионе.

Авторский подход к моделированию управления педагогическими исследованиями осуществляется в формате концептуальной, процессуальной и структурной моделей. Основу концептуальной модели управления составляет идея обеспечения интегративной взаимосвязи педагогической науки и образования в целях создания нового облика образования в регионе средствами целостных исследовательских и комплексных программ педагогических исследований в контексте программ социально-экономического развития региона и РАО.

Процессуальная модель управления представляет последовательность следующих действий по достижению цели управления: анализ состояния развития образования и направлений педагогических исследований; соотнесение педагогических исследований с потребностями региона и направлениями образовательной политики; гибкая комплексная методика выявления и систематизации проблем образования

региона; формирование и анализ научно-педагогического потенциала региона и рынка информационных научно-образовательных услуг региона и др.

Исходным моментом процесса управления мы выделяем *проблематизацию*, разделяя позицию А.Н. Атрашенко о том, что планированию, целеполаганию и анализу ситуации должно предшествовать формулирование проблемы, которое и задаёт управлению целевую ориентацию [1]. Проблематизация заключается в построении проблемного поля образования региона и на его основе определение соответствующих действий. Важная роль в данной подсистеме отводится процедуре анализа, так как анализ является исходным процессом управления, обеспечивающим базу для определения миссии и выработки стратегических намерений. Данная процедура предполагает изучение:

1) макрокружения (состояние экономики; правовое регулирование и управление; политические процессы; научно-техническое и технологическое развитие общества; инфраструктура и т.п.);

2) конкурентной среды (конкуренты в сфере научной деятельности; потребители; новые потенциальные конкуренты и др.);

3) внутренней среды (возможности и потенциал, которыми обладает система).

Внутренняя среда анализируется по следующим направлениям: научные кадры, их потенциал, квалификация, интересы и т.п.; научные исследования и разработки; образовательное пространство, включающее организационные, операционные и технико-технологические характеристики; финансовые возможности; исследовательская и управленческая культура и др.

В целом внутренний алгоритм данной подсистемы, а также предполагаемые методы, с помощью которых могут быть осуществлены управленческие действия, включают: выявление проблем образования региона (*контекстный анализ, опрос, анализ статистики и др.*) и их систематизацию; формирование банка проблем и их ранжирование по степени значимости; предварительный отбор перспективных для региона направлений педагогических исследований (*внутренняя экспертиза направлений исследований с позиций их значимости для социально-экономического развития региона; мозговой штурм; контекстный анализ и др.*); уточнение приоритетов с учётом мнения экспертов (*форсайт, внешняя экспертиза; социологический опрос*); окончательное формирование перечня приоритетов педагогических исследований региона

и его утверждение (*повторная внутренняя экспертиза*); анализ образовательного и научно-педагогического потенциалов региона (*анализ статистики*); оценка уровня научно-исследовательской и инновационной активности региона в образовании (*опрос работников образовательных и научных учреждений; анализ документации: отчёты; итоги научных конкурсов и др.*); формирование «банка» заказов на выполнение актуальных педагогических исследований образования на конкурсной основе.

Вторая подсистема процесса управления – *планирование*: разработка стратегий управления педагогическими исследованиями образования региона и программных мероприятий по их реализации; разработка исследовательских и комплексных межведомственных программ. В связи с тем, что социально-педагогические системы не появляются путем самоорганизации, необходимы осознанные организационные усилия для их запуска и становления. Эти усилия определяют социальный заказ образованию и науке, отражённый в процедуре выработки целей. Источниками целеполагания являются:

- 1) государственный заказ, задаваемый федеральной и региональной образовательной политикой;
- 2) заказ субъектов пространства педагогических исследований;
- 3) потребности образования и педагогической науки.

Любая сложная система задаёт верный подход к постановке цели или иначе к *построению «дерева цели»*, являющемуся ведущим методом целеполагания. Традиционно «дерево целей» рассматривается как структурированная и построенная по иерархическому признаку совокупность целей системы, программы, плана, в которой выделены: главная цель («вершина дерева»), подчиненные ей подцели первого, второго и последующих уровней («ветви дерева»). При данном подходе определяется генеральная цель (1), цели второго уровня (1.2; 1.3...), подцели и задачи, что отражает сложившийся стереотип формирования цели сверху вниз по властной вертикали.

В то же время формирование цели управления педагогическими исследованиями в регионе осуществляется одновременно и «вниз» – идёт как от ценностей и потребностей общества, так и региональной системы образования. «Дерево цели» управления в регионе можно представить следующим образом.

«Корневая система» «дерева» – это ценностное понимание образования и науки в современном развивающемся мире, а так-

же потребности региона в качественном образовании, достижение которого является генеральной стратегической целью региональной образовательной политики (ствол дерева). Стратегическая цель определяет так называемые обеспечивающие цели (цели-средства), одной из которых и является повышение качества педагогических исследований образования. Далее определяется система задач как оперативный уровень управления, одной из таких задач для всех регионов, на наш взгляд, будет построение регионального пространства педагогических исследований, которое по своей содержательной характеристике и управленческим задачам имеет отличия в разных регионах. Иерархия целей и задач составляет предмет управленческих действий и даёт представление о направлениях управленческой деятельности.

Проблематизация и целеполагание лежат в основе разработки стратегии управления педагогическими исследованиями. Сведение воедино целей, основных направлений и механизмов их реализации в концептуальных позициях разработчиков управленческой политики региона свидетельствует о возможности перехода к непосредственной *организации* управления педагогическими исследованиями.

Данный этап процесса управления педагогическими исследованиями образования включает следующие управленческие действия:

- организация заявочной и конкурсной деятельности по реализации целостных исследовательских и комплексных межведомственных программ и проектов педагогических исследований, которые рассматриваются нами в качестве основного механизма управления;
- создание структур, занимающихся, во-первых, непосредственно исследовательской деятельностью (постоянные и временные творческие объединения учёных, педагогов-исследователей и др.) и подготовкой педагогов-исследователей; во-вторых, оказанием услуг консультационного, проектного, расчётно-аналитического, экспертного характера для проведения педагогических исследований и внедрения их результатов в практику деятельности образовательных учреждений.

В целом можно сказать, что такая организация соответствует пилотной модели связи науки и практики, направлена на создание и поддержку «точек инновационного роста» в системе образования региона.

Особое место в этой структуре занимают авторские школы, которые, с одной стороны, относительно автономно развиваются

в рамках новаторской модели; с другой же, как экспериментальные и инновационные площадки разного уровня (федерального, регионального, муниципального) являются площадками пилотных проектов. Такой тип организации можно рассматривать как переходный этап в развитии образования региона, т.к. создание «точек роста» на базе ряда школ региона и реализация пилотной модели не обеспечивают системных изменений в образовании. Более адекватна современным требованиям к организации управления системная стратегия как стратегия достижения общего результата в образовании региона, что обуславливает выход на модернизационную и реформаторскую модели связи науки и практики в управленческой политике региона.

Сложная территориальная, административная организованность региона; наличие большого количества субъектов, включённых в научные исследования (научные учреждения, вузы, школы и др.); сложные межведомственные отношения между коллективными и индивидуальными субъектами педагогических исследований вызывают необходимость сочетания вертикальных и горизонтальных связей в управлении. Тем более что в реальной ситуации организации научной деятельности принятие управленческих решений происходит не по распоряжению сверху, а снизу самими образовательными учреждениями. Такая ситуация требует сетевого управления, в котором органам управления отводится роль менеджера обеспечения принятия решений. Суть управленческой политики в области регионализации образования в этом случае заключается в создании благоприятного инновационного климата, условий для демократизации образовательных отношений, координации действий его различных субъектов, развитии инициативы в выстраивании стратегии формирования демократичного регионального научно-образовательного пространства.

Организация деятельности на данном этапе осуществляется на основе традиционных и современных методов управления: *бенчмаркинг*, *франчайзинг*, *проект-менеджмент*, *телекомьюнинг (телеработа)* и др.

Бенчмаркинг предполагает ориентацию на опыт управления педагогическими исследованиями тех стран, регионов, отдельных организаций, которые являются лидерами в этой области управления. Но ориентация, в данном случае, не является простым переносом имеющегося опыта в новую ситуацию; метод предполагает его улучшение, нахождение ещё не выявленных резервов с целью получения более вы-

соких социальных эффектов. В условиях отдалённости от крупных исследовательских центров целесообразно использование франчайзинга как метода заключения договоров крупных исследовательских учреждений с более мелкими исследовательскими структурами на право проведения исследования от имени этого учреждения, в определённой форме, в течение определённого времени и в определённом месте. В этом случае головное учреждение обеспечивает мелкое технологией проведения исследования, оказывает всяческое содействие в его проведении, в том числе может предоставлять консультантов, научно-методическое сопровождение, лабораторное оборудование. Другой метод – *проект-менеджмент* – целесообразно использовать на локальном уровне управления исследованиями, так как он предполагает создание небольших групп исследователей под конкретный проект, которые после завершения проекта распадаются.

Таким образом, на уровне подсистемы «организация управления педагогическими исследованиями образования» определяется механизм управления (исследовательские программы) и создаются условия для его реализации.

Одним из недостатков организации педагогических исследований является недоведение их результатов до конкретного потребителя: образовательных учреждений, учителей, других субъектов научно-образовательного пространства региона. Поэтому следующей подсистемой управленческого цикла определено *внедрение*, которое мы будем рассматривать как нормативный акт органов управления. В связи с большим количеством проводимых научных исследований (заказных, инициативных) возникает проблема отбора действительно ценных результатов исследований, которые подлежат внедрению. Менеджеры, ответственные за внедрение, должны учитывать условия, от которых зависит успех внедрения: степень ценности того, что внедряется, насколько продуман и рационально организован процесс внедрения и, наконец, какова готовность конкретных лиц (учителя, воспитателя и т. д.) к применению того, что подлежит внедрению [2].

Как представляется, не потеряли своей актуальности предложения по организации внедрения, разработанные в нашей стране ещё в начале 80-х годов XX века [3], которые предполагают следующие действия:

- доведение всех прошедших экспертизу результатов научных исследований до каждого образовательного учреждения, до каждого педагога;

- организация широкой пропаганды рекомендуемых материалов;
- методическая работа с учителями и другими практическими работниками;
- выявление и распространение передового опыта в области внедрения и использования;
- изучение предложений работников образования по совершенствованию самого процесса внедрения и внедряемых и используемых работ;
- определение эффективности применения на практике рекомендованных результатов научных исследований.

Организуя внедрение, менеджеры должны учитывать риск непринятия педагогами внедряемых идей. Это может быть обусловлено неготовностью педагогов к восприятию нового; слабостью материальной базы образовательных учреждений и др. В связи с этим необходима адаптация педагогических коллективов к внедрению результатов исследований, коллективная и индивидуальная работа с кадрами на основе современных форм и методов обучения (*кейс-метод, тренинг, мастер-класс, коучинг и др.*).

Следующим компонентом процессуальной модели управления является *контроль и организация экспертно-аналитической деятельности*. Мы считаем, что в управлении педагогическими исследованиями необходимо разумное сочетание традиционного контроля и современных подходов к контролю как гуманитарной практики. В первом случае мониторинг, контроль и оценку осуществляет управленческий аппарат. Оценка производится через определение эффективности научных исследований, определяемой их финансовой затратностью на основе строгой статистической отчетности, широкого использования математического инструментария. Во втором – главным становится выявление степени устойчивости системы образования к изменениям при динамическом изменении её содержательных и процессуальных характеристик; прирост научного знания как основы будущих изменений образовательного пространства. Оценка производится «мягкими» критериями, учитывающими социальные эффекты проводимых изменений на основе анализа мнений широкой общественности, непосредственно или опосредованно включённой в научно-исследовательский процесс. Такая оценка осуществляется на основе проведения *общественной и гуманитарной экспертизы* результатов педагогических исследований образования.

Именно на органы управления должна быть возложена обязанность по формированию групп экспертов и организации

экспертизы. В настоящее время на региональном уровне достаточно отработана методика проведения общественной экспертизы, которая рассматривается как проводимая общественными экспертами (представителями общественных организаций) процедура оценки качества образования (образовательных услуг) и условий его предоставления при установлении их соответствия законодательству и нормативным документам. Относительно же педагогических исследований практика проведения общественной экспертизы отсутствует.

Гуманитарная экспертиза в управлении педагогическими исследованиями образования представляет целенаправленную деятельность по организации междисциплинарного обсуждения конкретных управленческих решений, исследовательских программ и проектов, согласования разнонаправленных интересов специалистов различных областей знания (по преимуществу гуманитарного) относительно состояния и перспектив развития образования в регионе. К числу таких специалистов могут быть отнесены педагоги, психологи, экономисты, политологи, социологи, экологи, демографы и т. д., лица, связанные с образованием по роду своей профессиональной деятельности.

Конечно, не все научные педагогические исследования и их результаты должны быть объектом общественной и гуманитарной экспертизы, т.к., например, экспертизу качества диссертационных исследований осуществляют кафедры, диссертационные советы, ВАК РФ. Требования к такого рода экспертизе разработаны и в целом приняты научно-педагогическим сообществом, хотя и не бесспорны. Предметом же общественной и гуманитарной экспертизы должно стать состояние образовательной ситуации в регионе и перспективы его развития; программы и проекты регионального и муниципального масштаба, – всё то, что непосредственно влияет на качество образования в регионе и качество жизни населения региона в целом.

Соглашаясь с позициями исследователей РГПУ им. А.И. Герцена [4], считаем, что необходима разработка нормативно-правового и организационного обеспечения гуманитарной экспертизы. Нормативно-правовое обеспечение предполагает:

- 1) выход на законодательные органы региона с предложением о принятии соответствующих нормативно-правовых актов, закрепляющих институт гуманитарной экспертизы и регулирующих её проведение;
- 2) разработку региональными органами управления образования и науки организа-

ционных, распорядительных и рекомендательных документов для оперативного использования.

Организационное обеспечение подготовки и проведения успешной гуманитарной экспертизы на всех уровнях управления включает: определение статуса экспертов, компетентных проводить гуманитарную экспертизу; формирование круга потенциальных заказчиков (рынка востребованности) гуманитарной экспертизы; информационное продвижение гуманитарной экспертизы в общественном сознании; разработку методики (технологии) проведения гуманитарной экспертизы или корректировка имеющихся методик в соответствии со спецификой научно-образовательного пространства региона.

Такой контроль может быть определен как стратегический, так как он направлен на выяснение того, в какой мере реализация стратегии приводит к достижению поставленных целей управления педагогическими исследованиями; возможно ли в дальнейшем реализовывать принятые стратегии и приведёт ли их реализация к достижению поставленных целей. Реализация принципа персональной ответственности требует сочетания стратегического контроля с оперативным и тактическим, позволяющими оценивать конкретные достижения или просчёты при построении исследовательской деятельности в регионе в сфере образования и педагогической науки.

Завершающим циклом процесса управления, на наш взгляд, является построение *прогнозов* педагогических исследований. Одним из эффективных методов в этом случае выступает *форсайт*, так как он содержит элементы активного влияния на будущее в виде согласования интересов различных социальных слоев гражданского общества, их запросов как непосредственных участников этих процессов. Анализ широкого опыта использования форсайта как метода прогнозирования в зарубежной практике позволил отметить его возможности, которые заключаются в следующем: получение разносторонней информации о системе образования и в целом внешней среде региона, оказывающей влияние на его развитие; выявление новых возникающих, зарождающихся проблем и возможностей образования; определение стратегических приоритетных направлений социально-экономического и инновационного развития и др. Это позволяет считать его специфическим инструментом управления педагогическими исследованиями, опирающимся на создаваемую в его рамках инфраструктуру.

Такие возможности форсайта обеспечиваются системой методов экспертной оценки (*обзор источников, кейс-метод, опрос экспертов, сценарирование, SWOT-анализ, монографический анализ и др.*) [5]. В отличие от традиционно понимаемого прогнозирования, в форсайте принимают участие в качестве экспертов различные слои общества: представители науки, деловых структур, общественных организаций и власти, муниципальных образований, общественных объединений, сообщества учёных и экспертов. Такой подход к построению прогнозов развития образования в регионе требует целенаправленных управленческих действий органов управления образованием и науки.

Для реализации процессуальной модели управления педагогическими исследованиями региона необходима особая инфраструктура, которая может быть рассмотрена как научно-образовательный кластер на основе сетевого взаимодействия образовательных, научных, общественных и других структур региона. Данный кластер включает:

- государственные органы управления (Центр педагогических исследований образования при Департаменте образования и науки региона; муниципальные центры развития образования и науки; центр управления педагогическими исследованиями в педагогическом вузе и др.), деятельность которых направлена на выявление проблем, требующих научного обоснования, и разработку управленческих решений в контексте региональной образовательной политики;

- общественные органы управления (Ассоциация педагогических учебных заведений региона; Ассоциация учителей-исследователей; Ассоциация инновационных и экспериментальных школ; Совет молодых ученых и др.), обеспечивающие самоорганизацию и развитие исследовательской деятельности на основе активного участия субъектов педагогических исследований (ученых, педагогов-исследователей и др.) и всех заинтересованных лиц (представителей бизнеса, родителей обучающихся, широкой общественности) в выработке и реализации наиболее важных решений в области проведения исследований образования региона;

- постоянные и временные органы, осуществляющие общественную и гуманитарную экспертизу результатов педагогических исследований в регионе как инструментов стратегической и тактической корректировки образовательной политики региона в целях своевременного выявления и решения неотложных проблем в образовании.

Взаимодействие всех компонентов инфраструктуры осуществляется на основе создания информационного поля общественно-гражданских инициатив, переговорных площадок, сетевых социальных проектов и др.

Представленный подход к управлению педагогическими исследованиями образования в регионе ориентирован на смену ценностных приоритетов управленческой деятельности: от жёсткого, авторитарного, директивного руководства – к согласованному, партнёрскому взаимодействию на основе широкого спектра методов управления и оценки управленческой деятельности как гуманитарной практики.

Список литературы

1. Атрашенко А.Н. Анализ структуры управленческого цикла // Вестник ТГПУ. – 2006. – Выпуск 10 (61). – С. 108–111.
2. Внедрение достижений педагогики в практику школы / В.Е. Гмурман, В.В. Краевский, Т.В. Новикова и др. – М.: Педагогика, 1981. – 145 с.
3. Положение о внедрении и использовании в педагогической практике результатов научных исследований. Методические рекомендации. – М., 1981.
4. Технологии гуманитарной экспертизы и социального аудита. Учебно-методический комплекс / М.В. Жарова, Н.А. Пашкус, Е.Н. Петровская, В.В. Тимченко, С.Ю. Трапицын, Г.Л. Тульчинский / под ред. В.В. Тимченко. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2008. – 228 с.
5. Черкасова И.И., Яркова Т.А. Подготовка учителя к применению кейс-метода в процессе исследования об-

разовательных проблем // Сибирский педагогический журнал. – 2009. – № 11. – С. 144–152.

References

1. Atrashenko A.N. Analiz struktury upravlencheskogo tsicla // Vestneyk TGPU. 2006. Vypusk 10 (61). pp. 108–111.
2. Vnedrenie dostizhenii pedagogiki v praktiku shkoly / Gmurman V.E., Kraevskii V.V., Novikova T.V., [i dr.]. M.: Pedagogika, 1981. 145 p.
3. Polozhenie o vnedrenii i ispolzovanii v pedagogicheskoi praktike rezultatov nauchnykh issledovani. Metodicheskie rekomendacii. M., 1981.
4. Tekhnologii gumanitarnoi ekspertizy i sotcialnogo audita. Uchebno-metodicheskii kompleks / Zharova M.V., Pashkus N.A., Petrovskaia E.N., Timchenko V.V., Trapitsyn S.Iu., Tulchinskii G.L. / Pod redakciei Timchenko V.V. SPb.: Izd-vo RGPU im. A.I. Gercena, 2008. 228 p.
5. Cherkasova I.I., Iarkova T.A. Podgotovka uchitelia k primeneniuiu keis-metoda v protsesse issledovaniia obrazovatelnykh problem // Sibirskii pedagogicheskii zhurnal. 2009. no. 11. pp. 144–152.

Рецензенты:

Колычева З.И., д.п.н., профессор кафедры химии, БЖД, ТиМП ФГБОУ ВПО «Тобольская государственная социально-педагогическая академия им. Д.И. Менделеева», г. Тобольск;

Егорова Г.И., д.п.н., профессор кафедры педагогики и социального образования, ФГБОУ ВПО «Тобольская государственная социально-педагогическая академия им. Д.И. Менделеева», г. Тобольск.

Работа поступила в редакцию 03.06.2013.

УДК 378

РАЗРАБОТКА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОНЯТИЯ СУБЪЕКТА КАК НОСИТЕЛЯ ПРИЧИННОСТИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЛИЧНОСТИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Быкова А.В.*ФГБОУ ВПО «Самарский государственный технический университет»,
Самара, e-mail: 147390@mail.ru*

Анализируется ситуация введения понятия субъекта в российскую психологию. Рассматриваются основные подходы к определению понятия субъекта в психологии. Показано методологическое различие тезиса «субъект – носитель активности» и «субъект – источник активности». В контексте определения понятия субъект рассмотрено содержание понятий «мотив», «воля», «произвольность». Проанализирована традиция трактовки субъекта как носителя причинности, изложены взгляды В.А. Петровского. Дано определение понятия субъекта как источника произвольной активности индивида, введенное на основе родового понятия «ситуация». Дан сравнительный анализ типологий психической активности субъекта путем структурирования всех психических процессов вокруг четырех функций субъекта В.А. Ганзена, и исследования Г.В. Аكوпова, который изучает детерминирующую роль этих же субъектных функциональных отношений в сознании и деятельности.

Ключевые слова: субъект, личность, сознание, активность, деятельность, источник активности, причинно-следственные ряды, воля, ситуация

CHARACTERIZE THE NOTION OF THE SUBJECT AS CARRIERS OF CAUSAL FOR PERSONAL DEVELOPMENT IN THE EDUCATIONAL PROCESS

Bykova A.V.*Samara State Technical University, Samara, e-mail: 147390@mail.ru*

Analyzes the situation of introducing the concept of the subject in the Russian mentality and feature interpretation of this concept in psychology. The main approaches to the definition of the subject in psychology. Displaying methodological difference thesis' subject – the carrier activity «and» subject – the source of activity. «In the context of the definition of the subject content of the concepts discussed motive, will and arbitrary. Analyzed tradition interpretation of the subject as a carrier of causality views expressed VA Petrovsky. Given definition of the subject, introduced by the generic term «situation». A comparative analysis of the typologies of mental activity of the subject by structuring all mental processes around the four functions of the subject V.A. Hansen, and research G.V. Akopova, who studies the determinative role of these same functional relationship of subject, in the minds and actions.

Keywords: subject, personality, consciousness, activity, activity, source of activity, the causal series, the will, the situation

Начатая тема соотношения культуры и социума, субъекта – пока еще преимущественно философско-методологическая. Философия отразилась в разных познавательных отношениях к миру, которые могут быть реализованы в анализе образовательного процесса. Среди них натурализм (взаимодействуют две природные системы), субъективизм (объект обусловлен структурой познающего его сознания), материализм (объект онтологически первичен, а субъект является материальным существом), диалектика.

Наиболее мощный, диалектический подход предполагает, что субъект-объектные отношения историчны и включены в общественную практику; отражение субъекта активно и в разной степени осознано; знание не абсолютно совпадает с формой наличных отношений между объектом и субъектом [1].

Философия понятий субъекта и объекта отвечала на вопрос, где активное и где страдательное начала происходившего с че-

ловеком и вокруг него. Психология как рассуждение о человеке с помощью научных факторов и технических средств тоже отвечает на этот вопрос.

Психология наших дней тоже идет вслед за философией, в том смысле, что ищет предварительного ответа на вопрос «кто активен» в социуме. За 100 лет возникли новые навыки употребления философской категории, которые не так просто «пристегивают» научное мышление к дефинициям «субъект – это дух», «субъект – это человек» или «субъект – это деятель». Появился разветвленный эмпирический аппарат психологического исследования, который объективизирует субъективность испытуемого, то есть превращает в набор измеряемых качеств. Особенность психологии в том, что это наука о субъекте, который берется ею как объект исследовательских манипуляций. Предмет постулируется как внешний законодатель процесса, он не может выступать как реальный социальный элемент объективации-субъективации

в эксперименте. Психологическое теоретизирование двойственно, оно «импортирует» понятие субъекта как теоретически готовый продукт. С другой стороны, оно не может не отражать в этом понятии практику обслуживаемой им теоретико-эмпирической системы.

В социальной психологии субъект дифференцируется в соответствии с формами деятельности (субъект труда, познания, общения), ситуацией исследования (субъект экспериментальной активности), дисциплинарным подходом (групповые субъекты социальной психологии). Можно согласиться, что понятие «субъект» в отличие от обычно употребляемых его значений может быть использовано для характеристики различных форм, различных способов и уровней процесса образования. В этой характеристике подчеркивается не только наличие некоторого объективного отношения, но и определяется его качество. Это понятие субъекта относится не к источнику определенного вида деятельности, оно обозначает качественно определенную детерминацию процессов на определенном уровне.

Социальная психология, являясь теорией о феноменах порожденных взаимодействием людей, в то же время является сферой социальной практики. Образование также может рассматриваться как одна из ведущих сфер субъективации и объективации, то есть является социокультурной технологией формирования субъектного уровня психики, а наука социальная психология – как экспериментальная технология формирования субъектного уровня психики. Фактически здесь мы анализируем процессы создания новых надстроек над «материальными» процессами психики человека – процессы, лежащие в основе объективирующей тенденции психики.

Общепсихологическая категория «субъект» занимает ключевое место в концепции С.Л. Рубинштейна [9]. Учёный разработал основополагающие принципы, которые определили во многом дальнейшее развитие этой категории в современной психологии. Важнейшим аспектом этого развития и одновременно одной из главных заслуг С.Л. Рубинштейна является отмечаемое в работах К.А. Абульхановой-Славской положение об объективации субъективного, которое доказывается через:

- 1) включение субъекта в бытие;
- 2) введение принципа детерминации [1].

С.Л. Рубинштейн выступает против двух тупиковых, с его точки зрения, для психологии направлений: интроспекционизма и гносеологии. Первое, по его мнению, неправомерно отождествляет субъекта

с сознанием, тем самым замыкая его на самого себя. Второе сводит понятие субъекта лишь к познанию и проблеме его объективности. С.Л. Рубинштейн рассматривает категорию субъекта в онтологическом плане, хотя и не игнорирует при этом познавательный аспект.

Им выделяются два значения субъективного.

1. «Субъективность в первом исходном её значении связана с принадлежностью всего психического индивиду, человеку как субъекту» [9, с. 61].

2. Она «связана с более или менее адекватным отношением психического к бытию как объекту» [9, с. 62]. Дифференцируя эти понятия, он чётко проводит границу между субъективностью и субъективизмом.

Тем самым С.Л. Рубинштейн выводит категорию субъекта из гносеологического тупика: «говоря о познании субъекта, нужно различать субъекта как определённую реальность – человека как сознательное существо, то есть того, кто является субъектом, и понятие субъекта – функцию субъекта, которую он выполняет в процессе познания» [9, с. 165]. Такое понимание позволяет С.Л. Рубинштейну вывести ряд важных характеристик субъекта. Понимание субъекта как субъективной реальности позже стало разрабатываться как одно из направлений психологии субъекта [7].

Субъект понимается как «центр перестройки бытия», его роль состоит в том, что он «своим познанием и действием конструирует бытие»; человек имеет «деятельностную модальность, но она сводится не к деятельности, а к сущности деятеля, который осуществляет её» [1, с. 15–25]. С.Л. Рубинштейн подчеркивает ещё одну важную зависимость: субъект часто сопряжён с понятием личности [9]. Вот что пишет по этому поводу К.А. Абульханова-Славская: «для Рубинштейна характерно понимание субъекта как основания связи сознания и деятельности: данная связь образуется личностью» [1, с. 31]. Таким образом, смысл разделения субъекта и личности в том, чтобы различить носителя психической активности и социокультурные качества этой активности.

Такого же мнения придерживается А.В. Петровский:

Субъект – носитель активности;

Личность – системное качество, приобретаемое субъектом в предметной деятельности и общении, характеризующее его со стороны включенности в общественные отношения [8].

Таким образом, личность есть системное качество активности субъекта, а субъект

ективность – элементарное состояние, отражающее «человеческую» активность. Например, одной из наиболее важных характеристик личности, выступающих как высший уровень активности субъекта, наряду с инициативой, является ответственность. «Ответственность человека не только за то, что он делает, но и за то, чем он будет, станет, за себя самого, за то, что он есть, поскольку то, что он сейчас есть – это в какой-то предшествующий момент его жизни было тем, что он будет» [9, с. 102].

В начале XX века в разработку категории «субъект» также большой вклад привнесла концепция «человека как активного деятеля» М.Я. Басова [4]. В структуре человека М.Я. Басов выделяет две составные части (правда, постоянно подчеркивая условность такого выделения):

- 1) организм сам по себе;
- 2) деятель в окружающей его среде.

Первая составляющая может быть четко соотнесена с понятием индивида, так как, рассматривая развитие организма самого по себе, М.Я. Басов определяет его как биологическое развитие, которое имеет собственный фиксированный в себе источник [4].

Это понятие деятеля в окружающей среде М.Я. Басова соответствует пониманию субъекта как носителя активности. Качество человека как деятеля появляется в его развитии с самого рождения. Он постоянно подчеркивает: «человек в отличие от животных не только сам приспосабливается к среде, но и приспосабливает среду к себе, воздействуя на нее и преобразуя её в процессах своего труда с помощью искусственных орудий труда. Последнее делает его не просто деятелем в среде, но активным деятелем» [4, с. 224–225]. Словосочетание «активный деятель» тавтологично: слово активный происходит от латинского *actus* – «действие»; получается «действующий деятель». Мы можем назвать кого-либо деятелем в силу того, что он действует и постольку, поскольку он действует.

М.Я. Басов использует понятия деятеля и субъекта в смысле, соответствующем различию источника активности (того, кто выступает исходной точкой определенного вида активности) и исполнителя (того, кто реализует некоторый вид активности в определенной предметной, социальной или культурной среде): «Готовность человека к тому, чтобы быть субъектом собственного исследования, растет вместе с необходимостью в этом на пути возрастающей сложности его как деятеля в среде» [4, с. 244].

М.Я. Басов, хотя и приписывает характеристику деятеля всем живым организмам,

при рассмотрении собственно человеческих свойств обращает внимание, что «и организм, и среда выступают перед нами с новыми качествами, проистекающими из их социальной природы. Говоря о человеке, мы должны мыслить его всегда как общественного человека, и равным образом окружающая его среда есть, прежде всего, среда человеческого общества» [4, с. 223]. И источник развития человека как деятеля в среде (или психологического развития) – может лежать вне его организма, в «закономерно организованной действительности» [4]. Это сближает понятие деятеля в среде с категорией личности.

Говоря о соотношении категорий личности и субъекта, В.А. Татенко замечает, что личностное следует выводить из субъектного как сущностного, а не наоборот. Соотношение субъекта и индивидуальности особенно для него важно. Он делает вывод о том, что индивидуальность не достигается, она творится субъектом. Таким образом, в отличие от Б.Г. Ананьева он не считает индивидуальность высшей целостностью в структуре человека. По его мнению, именно категория субъекта интегрирует все другие, связывая их в единую систему [7].

Сдвиг смысловых установок личности, считают Е.И. Фейгенберг и А.Г. Асмолов, всегда опосредствован изменением деятельности субъекта. Отсюда и следует основная идея общего методического принципа опосредствования смысловых образований личности. «Она состоит в том, что для перестройки и коррекции мотивационно-смысловых образований личности необходимо выйти за их пределы и изменить личностно-значимые деятельности, порождающие эти образования. Из подобного понимания психологической природы воспитания вытекает и то, что перерождение личности всегда идет через изменение деятельности, в том числе и деятельности общения» [10].

Поле значений категории «субъект» может быть определено через ряд понятийных оппозиций, выделенных в результате последовательного дихотомического анализа существующих представлений. Дихотомический анализ, однако, не позволит нам рассмотреть гетерохронные, ассиметрично связанные разноуровневые понятия (например, понятия причины и следствия), описывающие процессы субъективации.

В исследовании Н.В. Богданович анализируются концепции отечественных психологов путем выделения вначале особенностей понимания тем или иным ученым категории субъекта, а затем сравнения с отношением других авторов к данной идее [10, с. 88]. Первую оппозицию Н.В. Богда-

нович определяет как «сохранение – изменение». В данной оппозиции описывается противостояние «непрерывности, недизъюнктивности внутреннего субъективного мира (Челпанов Г.И., Рубинштейн С.Л., Узнадзе Д.Н., Брушлинский А.В., Абульханова-Славская К.А.) – прерывности, «исчезновения субъекта» вместе с деятельностью (Петровский В.А.) [10, с. 9]. Рассматриваемая Н.В. Богданович оппозиция «целостность – множественность» является вариантом первой.

Вторая оппозиция – «осознанность (Л.И. Божович) – неосознаваемость (А.В. Брушлинский)» – формулируется в виде проблемы: может ли человек быть субъектом, не осознавая этого. Основными аргументами в пользу обеих позиций служат данные возрастной психологии о сравнительно позднем генезе самосознания у ребенка. А.В. Брушлинский интерпретирует их как свидетельство первичности субъекта сознательной активности и вторичности его способности к самосознанию, а Л.И. Божович интерпретирует эти же данные как онтогенез субъекта психической активности и деятельности.

Третья оппозиция – «субъект индивидуальный или коллективный (Бехтерев В.М., Брушлинский А.В., Журавлев А.Л., Рубинштейн С.Л., Филиппов А.В.) – «только индивидуальный» (Татенко В.А.). Аргументом в пользу отраженной коллективной субъектности служат социальные стереотипы.

Четвертая оппозиция – «позиция (Божович Л.И., Ломов Б.Ф.) – диспозиция (Абульханова-Славская К.А.)» – выступает в поиске тех критериев и той грани, которыми определяется превращение человека в субъекта. Понятием диспозиции К.А. Абульханова-Славская подчеркивает значимость проблемного осмысления действительности как важного критериального признака субъектности [10, с. 90].

Пятая оппозиция – «свобода (Сеченов И.М., Рубинштейн С.Л., Узнадзе Д.Н.) – детерминизм (фрейдизм, бихевиоризм, французская школа психологии)». Суть её состоит в том, является ли человек автором своей жизни или, наоборот, управляется её обстоятельствами. Словосочетание «субъектная активность» имеет смысл уровня развития активности, с которого начинается ответственность (Абульханова-Славская К.А.), поэтому Н.В. Богданович определяет данную оппозицию так: «свобода – ответственность», рассматривая качественные характеристики активности как критериальные признаки субъекта [10, с. 90–91].

Оппозиция «настоящее – прошлое», по мнению Н.В. Богданович, характеризу-

ет сложившееся в зарубежной психологии представление, что категория субъекта приобретает временную протяженность [10].

Соответственно возникает дискуссия, какое время играет решающую роль в детерминации поведения человека и его развитии: прошлое с его психотравмирующими ситуациями и полезными навыками; настоящее с его экзистенциальными, аутентичными или трансперсональными переживаниями; или будущее время, с его целями и проектами?

В отечественной психологии существует несколько попыток обоснования взаимосвязи категории субъекта с психологическими категориями личности, индивидуальности, индивида.

Главное отличие субъекта от личности по Б.Г. Ананьеву: субъект «характеризуется через совокупность деятельностей и меру их продуктивности», а личность – «через совокупность общественных отношений и определяемой ими позицией в обществе» [7, с. 247].

Г.В. Акопов считает, что в содержании сознания центральное место занимает система отношений, так как «в зависимости от нее мотивируется деятельность, ставится цель, приобретаются знания, определяется аффективная сторона деятельности, формируется самосознание» [9, с. 53].

Центральное положение в сознании, которое Г.В. Акопов отводит системе отношений, не позволяет трактовать эти отношения в терминах «индивид-среда» или «личность-общество»: в первом случае будет неоправданным использование категории сознания, а во втором – центрального положения. Срединное положение и детерминирующая роль системы отношений позволяет определить её только как систему отношений субъекта.

Сходной позиции придерживается В.А. Ганзен, называя термином «отношение» контакты субъекта с субъектом и субъекта с объектом [6]. К разновидностям отношения он относит взаимосвязи, взаимозависимости и взаимодействия и рассматривает как отношения «основные психические явления: перцепцию, аффект, волю, мышление» [6, с. 21].

И В.А. Ганзен, и Г.В. Акопов пользуются структурно-функциональным подходом к категории отношения. В.А. Ганзен типологизирует психическую активность субъекта путем структурирования всех психических процессов вокруг четырех функций субъекта, а Г.В. Акопов изучает детерминирующую роль этих же субъектных функциональных отношений в сознании и деятельности.

Продолжая традицию Б.Г. Ананьева и стремясь дать системное описание человека, В.А. Ганзен также предложил свою схему соотношения категорий индивида, субъекта, личности и индивидуальности. Он называет эти категории «макрохарактеристиками человека, отражающими различные стороны его сложной природы» [6, с. 18].

В.А. Ганзен выделяет следующие соотношения между категориями: «На схеме правая сторона отражает социальные характеристики человека как личности и индивидуальности, а левая – его природную, биологическую основу. Доминирующая роль социального компонента проявляется в общественной природе индивидуального сознания человека как субъекта. <... > Категории индивид и личность характеризуют преимущественно интегративные отношения человека, а категории субъекта и индивидуальности – наоборот, дифференцирующие отношения человека в окружающей его средах» [6, с. 158]. Субъект, согласно описанию В.А. Ганзена, может проявлять себя в четырех психических функциях: перцепции, аффекте, воле и мышлении.

В.А. Ганзен отождествляет волю с мотивацией, с чем нам трудно согласиться. Мотив как осознанная опредмеченная потребность играет роль побудителя к действию. Но, как известно, мотив не обязательно связан с волевой активностью. Нередко человек не может избавиться от мотива (осознанной опредмеченной потребности), объясняя это недостатком воли (например, курильщик о мотиве курения).

В современной психологии сложилось несколько разных точек зрения на соотношение понятий произвольности и воли. Можно назвать многих авторов, употребляющих эти понятия в одном и том же значении сознательной саморегуляции поведения, противопоставляющих волю аффекту (Выготский Л.С., Гуревич К.М., Непомнящая К.И.). Воли у организма, наделённого бессознательной психикой (как у высших млекопитающих), нет и быть не может. Функцию воли у них выполняет эмоция. Воля происходит из социального источника – власти (Фуко М.).

Другая распространенная точка зрения состоит в том, что воля – это высшая форма произвольного поведения, а именно произвольное действие в условиях преодоления препятствий. Для произвольной регуляции характерна сознательная целенаправленность поведения, а для волевой – преодоление трудностей и препятствий на пути к цели (Котырло В.К.).

Когда воля проявляет себя в мотивационной сфере психики, то можно наблюдать

целенаправленное поведение, совершаемое вопреки мотивационным установкам: так, имеющий цель похудеть, старается не есть, хотя пищевая мотивация для него может быть весьма актуальной. Воля – это модус бытия субъекта; она может проявляться везде, во всех сферах психики, куда проникает рефлексия (произвольное внимание, представление, воображение, мышление, установки) как привнесение причины.

Воля либо усиливает существующую установку для преодоления сопротивления внешней среды или других актуализированных в ситуации установок, вступающих в противоречие с первой, либо вступает с этой установкой в конкурирующие, реципрокные отношения. Например, если действие детерминировано аффективно – ни воля, ни осознанность не требуются: так живут многие животные. Будучи обеспокоенной аффективно, связь между перцептивным образом и действием может воспроизводиться даже без субъективного контроля, «автоматически».

Оппозиция аффекта и воли не постоянна. Сильный аффект может овладеть волей человека; поступки, совершённые под влиянием аффекта экспертами могут рассматриваться как непроизвольные, не влекущие моральной и иной ответственности личности. Воля может подчинить себе аффект, тогда эмоциональное состояние человека не тормозит волевое действие, а наоборот – энергетически подпитывает его доминанту.

Интериоризация субъектом волевых качеств личности изменяется по мере демократизации общества, но воля индивида всегда контролируется и направляется множеством разноуровневых социальных инстанций, включая волю к активности не только в социальной (производственной, досуговой, сексуальной) но и в наиболее интимной интрапсихической сфере (контроль собственной «нормальности», искренности, греховности и т.п.). Рефлексия этого контроля позволяет субъекту освободиться от него через коммуникацию с носителями норм и образцов иных сообществ. Результатом такой эмансипации становится не только возможность эскапизма, «бегства» в асоциальные, антисоциальные формы поведения, которые контролируются не менее жёстко, чем просоциальные, но и просоциальное проектное отношение к обществу в целом и отдельным социальным общностям, и группам, и к самому себе, что представляет собой высшую ценность гражданского общества. Таким образом, свобода воли из смыслового конструкта через социальное признание и контроль интериоризируется в факт психической

жизни индивида, самоопределения и целеполагания личности.

Традиция в трактовке субъекта как носителя причинности восходит к философии Аристотеля, И. Канта, А. Бергсона и воплощается в теоретико-психологических разработках и экспериментальных исследованиях В.А. Петровского.

«Быть субъектом», утверждает В.А. Петровский, – это быть носителем свободной причинности, которая уже была охарактеризована им вслед за И. Кантом как «causa sui» (лат. – «причина себя»), «то есть возможности самопроизвольно начинать причинно-следственный ряд» [8, с. 14]. Из этого понимания следует, что «субъект» так относится к «свободной причинности», как «сущее» к «способу своего существования», и, таким образом, интуитивно, субъект есть нечто такое, что само воспроизводит свое бытие в мире [8, с. 15].

В.А. Петровский выделяет две сферы существования субъектности человека: его «присутствие» как субъекта в других людях (отраженная субъектность в других) и его «присутствие» как субъекта в себе самом [8, с. 154].

В итоге мы можем зафиксировать два модуса активности субъекта: произвольное действие и рефлексия (осмысление).

Таким образом, субъект активности может появиться только в рамках традиции определения субъектности через источник причинности. Субъект – источник произвольной активности индивида, направленной на социокультурные по природе объекты-ситуации. Внешне наблюдаемое поведение при этом имеет как субъектный, так и объектный компоненты, взаимосвязь между которыми имеет темпоральную природу.

Выявленные аспекты активности субъекта в рамках системы образования запускают развитие его участников, протекающее в рамках образовательного процесса. Они же определяют качественное состояние образовательного процесса и детерминируют динамику становления субъекта профессиональной деятельности.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ в рамках проекта проведения научных исследований («Формирование субъекта профессиональной деятельности в образовательном процессе вуза»), проект № 12-16-63001.

Список литературы

1. Абульханова-Славская К.А. Методологический аспект проблемы субъективного / Методологические и теоретические проблемы психологии / отв. ред. Е.В. Шорохова – М.: Наука, 1969. – С. 3–72.
2. Акопов Г.В. Социальная психология образования. – М.: Московский психолого-социальный институт: Флинта, 2000. – 296 с.

3. Ананьев Б.Г. Психологическая структура человека как субъекта // Человек и общество. – Вып. 2. – Л.: ЛГУ, 1967. С. 235–249.

4. Басов М.Я. Избранные психологические произведения. – М.: Педагогика, 1975. – 432 с.

5. Богданович Н.В. Субъект как категория отечественной психологии. – М.: Институт психологии РАН, 2004. – 170 с.

6. Выготский Л.С. Собр. соч.: в 6 т. – М.: Педагогика, 1983. – Т. 3. – 366 с.

7. Дубровский Д.И. Проблема идеального. Субъективная реальность. – М.: Издательство «Канон+», 2002. – 422 с.

8. Петровский В.А. Личность: Феномен субъектности. Ростов-на-Дону, 1993. – 212 с.

9. Рубинштейн С.Л. Бытие и сознание. М., 1957. – 308 с.

10. Фейгенберг Е.И., Асмолов А.Г. Культурно-историческая концепция и возможности использования невербальной коммуникации в восстановительном воспитании личности / Вопросы психологии. – 1994. – № 6. – С. 74–75.

References

1. Abulkhanova-Slavskaya K.A. *Metodologicheskij aspekt problemy subektivnogo / Metodologicheskie i teoreticheskie problemy psihologii* [The methodological aspect of the problem of subjective / Methodological and theoretical problems of psychology]. Moscow, Nauka, 1969. pp. 3–72.
2. Akopov G.V. *Social'naja psihologija obrazovanija* [Social Psychology of Education]. Moscow, Moskovskij psihologosocial'nyj institut: Flinta. 2000. 296 p.
3. Anan'ev B.G. *Psihologicheskaja struktura cheloveka kak subekta* (Journal – The Individual and Society «The psychological structure of man as the subject»). Leningrad. Vol. 2. pp. 235–249.
4. Basov M.Ja. *Izbrannye psihologicheskie proizvedenija* [Selected psychological works]. Moscow, Pedagogika, 1975. 432 p.
5. Bogdanovich N.V. *Subekt kak kategorija otechestvennoj psihologii* [Subject as a category of the national psychology]. Moscow, 2004. 170 p.
6. Vygotskij L.S. *Sobranie sochinenij* [Collected Works]. Vol.3. Moscow, Pedagogika, 366 p.
7. Dubrovskij D.I. *Problema ideal'nogo. Subektivnaja real'nost'* [The problem of the ideal. subjective reality]. Moscow, Kanon+, 2002. 422 p.
8. Petrovskij V.A. *Lichnost': Fenomen subektnosti* [The phenomenon of subjectivity]. Rostov-na-Donu. 1993. 212 p.
9. Rubinstein S.L. *Bytie i soznanie* [Being and consciousness]. Moscow, Nauka, 1957. 308 p.
10. Fejgenberg E.I., Asmolov A.G. *Kul'turno-istoricheskaja koncepcija i vozmozhnosti ispol'zovanija neverbal'noj kommunikacii i v vosstanovitel'nom vospitanii lichnosti* (Journal – Questions of psychology «Cultural-historical concept and the possibility of using non-verbal communication in the rehabilitative education of the person»), 1994, Vol. 6, pp. 74–75.

Рецензенты:

Акопов Г.В., д.псих.н., профессор, зав. кафедрой социальной психологии Поволжской государственной социально-гуманитарной академии, г. Самара;

Ладошкин А.И., д.э.н., профессор кафедры экономики промышленности Самарского государственного технического университета, г. Самара.

Работа поступила в редакцию 03.06.2013.

УДК 61 (092) + 378 : 61 (478.9)

ПРОФЕССОР Н.В. СКЛИФОВСКИЙ (1836–1904) – ПОПУЛЯРНЕЙШИЙ ВРАЧ-ХИРУРГ ВТОРОЙ ПОЛОВИНЫ XIX ВЕКА – ОСНОВОПОЛОЖНИК ХИРУРГИЧЕСКОЙ ГЕПАТОЛОГИИ В РОССИИ

Крачун Г.П.

ГОУ ВПО «Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко», Тирасполь,
e-mail: gkrachun@gmail.com

В работе рассмотрен вклад профессора Н.В. Склифосовского в становление диагностики, хирургической тактики и оперативного лечения при заболеваниях печени опухолевой природы. Хирургическое лечение болезней печени произведено Н.В. Склифосовским в числе первых в России. Это была патология, вызванная паразитарным (эхинококкоз) и опухолевым поражением паренхимы печени. Н.В. Склифосовский критически рассмотрел и оценил в своих трудах показания к оперативному вмешательству при хирургических болезнях печени, особенности и принципы хирургической тактики, диагностики. При этом Н.В. Склифосовский подробно анализирует признаки объективной симптоматики, предполагаемый диагноз в дооперационном периоде, а также сопоставительную диагностику, основанную на анализе клинических данных до- и послеоперационного периодов. Н.В. Склифосовский приводит данные, выявленные им на основе гистоморфологического анализа поражений печени, что позволяет ему расширить спектр объективных критериев как диагностики, так и прогноза. Свой опыт операций на печени Н.В. Склифосовский передает коллегам в виде рекомендаций по исключению ошибок и неправильных действий, которые могут привести к осложнениям в состоянии здоровья у пациентов с патологией печени. Выполнив впервые хирургические операции на печени в России, профессор Н.В. Склифосовский явился основоположником хирургической гепатологии в стране.

Ключевые слова: Н.В. Склифосовский, опухоли печени, диагностика болезней печени, хирургические операции на печени, патоморфология опухолей печени, хирургическая гепатология

PROFESSOR N. V. SKLIFOSOVSKY (1836–1904) – THE MOST POPULAR DOCTOR-SURGEON OF THE SECOND HALF THE XIX CENTURY – THE FOUNDER OF SURGICAL HEPATOLOGY IN RUSSIA

Krachun G.P.

Transnistrian State University a. T.G. Shevchenko, Tiraspol, e-mail: gkrachun@gmail.com

In work the contribution of the professor of N.V. Sklifosovsky in formation of diagnostics, surgical tactics and expeditious treatment is considered at diseases of a liver of the tumoral nature. Surgical treatment of diseases of a liver is made by H.V. Sklifosovsky among the first in Russia. It was the pathology caused by parasitic (echinococcosis) and tumoral defeat of a parenchyma of a liver. N.V. Sklifosovsky critically considered and estimated in the works of the indication to surgery at surgical diseases of a liver, feature and the principles of surgical tactics, diagnostics. At this N.V. Sklifosovsky in detail analyzes signs of the objective symptomatology, the estimated diagnosis in the presurgical period, and also the comparative diagnostics based on the analysis of clinical data to – and postoperative the periods. The H.B. Sklifosovsky provides the data revealed by it on the basis of the gistomorfologicheskoy analysis of defeats of a liver that allows it to expand a range of objective criteria as diagnostics, and the forecast. The experience of operations on N.V. liver Sklifosovsky passes on to colleagues in the form of recommendations about an exception of mistakes and the wrong actions which can lead to complications in a state of health at patients with liver pathology. Having executed for the first time surgeries on a liver in Russia, the professor of N.V. Sklifosovsky was the founder of surgical hepatology in the country.

Keywords: N.V. Sklifosovsky, liver tumors, diagnostics of diseases of a liver, surgeries on a liver, a patomorfologiya of tumors of a liver, surgical hepatology

*Призвание врача — это воля
учиться от жизни и непрерывно
совершенствоваться.*

И.В. Давыдовский

*...труд в области знания.
Это — та форма труда,
одно из тех дел, которые лежат
вне преходящих интересов и
переживают своих тружеников»*

Н.А. Умов [14, с. IV]

*История — наставница
жизни.*

М. Цицерон

Замечательный отечественный врач-хирург с мировым именем, ставший по-

пулярнейшим врачом второй половины XIX века, один из основоположников клинической медицины Российской Империи, кавалер высших наград Российской Империи и ряда боевых наград многих стран Европы, заслуженный профессор Николай Васильевич Склифосовский родился 25 марта (6 апреля) 1836 г. на хуторе Карантин (ныне поселок Дзержинское), в 2-х километрах к югу от города Дубоссары Тираспольского уезда Херсонской губернии в семье мелкопоместного дворянина Василия Павловича Склифосовского [6; 9].

Н.В. Склифосовский по праву относился к выдающейся плеяде лидеров отечественной клинической медицины последней трети XIX века, к основоположникам

полостной хирургии. В предыдущих наших работах [6–9] показана выдающаяся роль профессора Н.В. Склифосовского в развитии ряда направлений хирургии, вклад Н.В. Склифосовского в науку как ученого-новатора, в развитие высшего медицинского образования в Российской Империи, его беспримерное участие в 4-х войнах на театрах военных действий в Европе и на Балканах в качестве военно-полевого врача-хирурга, консультанта военно-полевых госпиталей.

Н.В. Склифосовский, являясь родоначальником полостной хирургии в России, на протяжении всей своей творческой жизни уделял пристальное внимание полостной хирургической органопатологии [8]. В этой связи не являются исключением и оперативные вмешательства, выполненные Н.В. Склифосовским при хирургических заболеваниях печени и желчных путей [5; 11]. При этом искусные по технике и филигранные по выполнению хирургические операции на этих органах являли собой незыблемую закономерность. Н.В. Склифосовский в совершенстве владел обширным спектром разнообразной хирургической техники (он был уникальным в своем хирургическом искусстве врачом-универсалом); он располагал широкими и глубокими познаниями по анатомии и ее прикладным разделам; его характеризовал как личность значительный волевой потенциал, он страстно любил свою профессию и всецело отдавал ей себя. Доверие пациентов к Н.В. Склифосовскому было безграничным, ибо они всегда ощущали на себе со стороны их лечащего врача-профессора Н.В. Склифосовского всю полноту ответственности за жизнь и свою судьбу [9].

С нашей точки зрения, зарождение в 80-х годах XIX века хирургической гепатологии в России, – несомненно, должно быть связано с именем Н.В. Склифосовского. Так, в 1885 году И.К. Спизарный на заседании Хирургического общества имени Н.И. Пирогова сообщил о пациенте, страдающем эхинококкозом печени, у которого произошло вскрытие паразитарного пузыря в бронхи правого легкого. Этого пациента оперировал Н.В. Склифосовский, который впервые в мире выполнил чресплевральный подход к паразитарной опухоли (произведя резекцию ребра) и вскрыл опухоль. После вскрытия пузыря было выполнено широкое дренирование полости пузыря с помощью марлевых тампонов с йодоформом [4].

В 1893 г. в журнале «Хирургическая летопись» И.К. Спизарный опубликовал труд, в котором были описаны 7 случаев поражения печени эхинококком. Все больные были

оперированы Н.В. Склифосовским. Во всех случаях однокамерный эхинококк занимал правую долю печени и ее переднюю поверхность. Из 7 больных умер 1; причина смерти – присоединившийся двусторонний гнойный плеврит. Во всех случаях после удаления камер паразита с его хитиновыми оболочками, осуществлялось антисептическое дренирование полостей с помощью марлевых тампонов с йодоформом [4].

В своем труде «Исечение опухоли печени (fibromyoma lipomatodes sarcomatodes hepatis)» [11], опубликованном в газете «Врач» в 1890 году, Н.В. Склифосовский сообщает об удачно произведенной в 1889 г. операции у больной с новообразованием печени. По мысли В.В. Кованова, «Описанный случай несомненно послужил толчком в развитии хирургии этой области» [5, с. 423].

В указанной статье [11] Н.В. Склифосовский рассматривает показания к оперативным вмешательствам на печени. Он пишет: «В печени область оперативной деятельности очень ограничена. Только при гнойниках и мешотчатых опухолях (echinococcus) применяется хирургическое лечение. Наиболее разработаны в настоящее время хирургические приемы, прилагаемые к выводным путям печени, к желчному пузырю и желчным протокам; но можно полагать, что область применения их будет расширяться и печень станет доступной для непосредственного хирургического вмешательства в такой же мере, как всякий другой паренхиматозный орган брюшной полости» [11, с. 148]. И далее Н.В. Склифосовский рассматривает случаи «деятельного вмешательства» врача-хирурга в условиях выявленной патологии печени. К ним ученый относит следующую патологию печени, подлежащую хирургическому лечению:

а) «ранения печени, сопровождаемые опасным кровотечением» [11, с. 148];

б) «новообразования печени» (мешотчатые – echinococcus; злокачественные и доброкачественные новообразования).

Позиция об операциях на печени – при доброкачественных и злокачественных новообразованиях – ученым представлена в форме тактической рекомендации врачу-хирургу: «...при первичном же развитии злокачественного новообразования в печени иногда, может быть, возможно и оперативное вмешательство; еще чаще возможно оно при развитии в ней новообразований, клинически доброкачественных» [11, с. 148].

В своем труде Н.В. Склифосовский приводит подробное описание «случая удаления новообразования, развившегося

в печени» [11, с. 149]. При этом читателю представлены весь ход объективного исследования пациентки врачом-хирургом; описание техники и тактики оперативного вмешательства: «Через покровы живота прощупывается опухоль с голову взрослого человека, плотная, местами бугровая; при дыхании слабо смещается книзу. Опухоль перемещается справа налево, очень легко приподнимается кверху и укладывается в надчревной области, но мало смещается книзу. Когда больная повертывается на бок, вправо или влево, опухоль смещается в соответствующую сторону. При ощупывании легко подвести руку под опухоль снизу и с обоих боков, но нельзя подвести руку под опухоль сверху. При постукивании тупой звук получается на пространстве ладони взрослого человека на уровне пупка справа; при отнесном положении больной верхняя граница тупого звука опускается книзу на два поперечных пальца; между реберным краем справа и верхней границей тупого звука на месте опухоли получалась постоянно полоса барабанного звука в 3–4 поперечных пальца. Ощущение тяжести в правой подчревной области; запоры; расширение почечуйных вен. В сутки выделяется около 1 500 см² мочи нормального свойства, уд. в. 1014. Иногда сердцебиения. Спит плохо; очень мнительна» [11, с. 149–150].

Представленные Н.В. Склифосовским результаты объективного изучения клинического состояния пациентки представляют несомненный интерес. Используя методы пальпации и перкуссии на дооперационном этапе – в их высокопрофессиональном исполнении, – Николай Васильевич, как мы полагаем, был в поиске ответа на вопрос: из какого органа брюшной полости исходит опухоль? Ответ на этот вопрос был крайне важен, в высшей мере необходим, поскольку именно он кардинальным образом определял саму тактику и стратегию хирургического лечения пациентки Елены К.

Н.В. Склифосовский приводит [11] описание хода операции, техники оперативного вмешательства, а также ряда своих допущений и предположений – в отношении особенностей топографии и межорганных связей опухоли внутри брюшной полости; определения возможных органов, из которых она исходила: «18 ноября 1889 г. приступлено к операции. Точного расположения сделано не было: я допускал связь опухоли с большим салъником или брыжейкой и менее всего останавливался на возможности связи ее с печенью, потому что при постукивании всякий раз получалась полоса барабанного звука между печенью и новообразованием».

Из этого заключения Н.В. Склифосовского следует, что объективное исследование пациентки, как мы предполагаем, привело его к выводу о необходимости осуществить доступ к опухоли по ходу белой линии живота, и уже непосредственно в брюшной полости обследовать межорганные расположение опухоли, ее связи и принять окончательные решения по приемам удаления опухоли. Приводим описание Николая Васильевича, которое ярко и однозначно представляет решительно принятую им (единственно верную!) тактику и стратегию хирургического лечения пациентки Елены К.: «Первоначальный разрез между пупком и лоном по белой линии живота в 15 см. длиной оказался недостаточным для извлечения опухоли: пришлось продолжить его кверху почти до меч. Обнаружилась опухоль, исходившая из квадратной доли печени, справа от круглой печеночной связки. Квадратная доля печени переходила как бы непосредственно в новообразование; на месте перехода замечался перехват в 2 1/2 поперечных пальца толщиной; в месте перехвата имелись кровеносные сосуды с воронье перо. На перехват наброшен был упругий жгут, выше жгута продета крепкая стальная игла, лежавшая поверх покровов живота; опухоль отрезана. Ниже жгута ткань печени соединена была с пристеночным листком брюшины 4 шелковыми швами, выше которых наложены были еще 3 шелковых шва для соединения культи с краями раны брюшной стенки. Далее наложены были основные швы на рану – брюшной и скорняжный шов в два яруса. Давящая обеззараживающая повязка на живот.

Рана зажила первым натяжением, нагноение замечалось только в месте закрепления культи. 27/1 1890 г. Елена К. выписана из клиники вполне здоровой» [11, с. 150].

С нашей точки зрения, особый интерес представляет анализ микроскопического исследования опухоли, которое произведено профессором И.Ф. Клейном. Он сделал заключение: *fibromyoma lipomatodes*.

Профессор И.Ф. Клейн (1837–1922) – выпускник Императорского Московского университета, стажировался у Р. Вирхова по проблемам диагностики опухолей. Являлся ведущим отечественным патолого-анатомом последней трети XIX века. По свидетельству ученика И.Ф. Клейна, профессора В.И. Кедровского (1865–1937), «все его диагнозы были безапелляционно – авторитетны» [3, с. 256].

Мы полагаем, что Н.В. Склифосовский, ознакомившись с заключением профессора И.Ф. Клейна, принял решение выполнить, со своей стороны, анализ микроскопиче-

ского строения опухоли. Этот анализ был осуществлен Н.В. Склифосовским – исходя из опыта, полученного им в Германии, в лаборатории всемирно известного патоморфолога Р. Вирхова, который опубликовал первые в мировой практике данные по строению опухолей злокачественной и незлокачественной природы [15]. Естественно, Н.В. Склифосовский ознакомился в Германии с этими трудами, руководствовался ими в своей научной и практической деятельности; часто в своих публикациях приводил микрофотографии органов и тканей, сопровождая их достаточно полным описанием (включая и патоморфологическую диагностику – как следствие анализа микроскопических препаратов структур, полученных в ходе оперативного вмешательства).

Из вышесказанного следует, что Н.В. Склифосовский имел достаточную профессиональную подготовку, позволившую ему выполнить анализ гистоморфологического материала опухолевой природы, полученного при аутопсии.

Богатый жизненный и врачебный опыт, многолетний труд в сферах научных исследований привел Николая Васильевича к непоколебимой убежденности о необходимости продвижения к открытию истины «разнообразными» путями. В своей приветственной речи в качестве Председателя Оргкомитета XII Международного съезда врачей (Москва, 7 августа 1897 г.) он говорил: «Истина – одна; пути же, ведущие к ее открытию, разнообразны и не могут не быть различными, потому что они отражают на себе гений каждого народа, его характер, полет воображения, напряженность умственного труда...» [12, с. 70]. Имея в виду эти суждения, можно предположить, что Николай Васильевич посчитал необходимым высказать на страницах своей публикации также и свое заключение [11] о клеточном строении опухоли, свою оценку ее истинных характеристик. О своих наблюдениях и выводах (на путях «истинной верификации» опухоли) он пишет: «В разрезах местами замечались островки круглых клеток: это разрастание перителія сосудов и представляет, вероятно, начало саркоматозного перерождения опухоли.

Опухоль оказалась очень сложной по гистологическому строению. Быстрый рост ее зависел, вероятно, от начавшегося саркоматозного перерождения. Присутствие гладких мышечных волокон можно объяснить, быть может, связью опухоли с круглой печеночной связкой» [11, с. 150–151].

Гистоморфологический анализ микроскопического строения опухоли, выполненный Н.В. Склифосовским, привел его

к мысли, как нам представляется, о необходимости дополнить заключение профессора И.Ф. Клейна. Это дополнение свелось к тому, что, по мысли Н.В. Склифосовского, у оперированной им пациентки Елены К. имело место «вероятно, начало саркоматозного перерождения опухоли» [11, с. 151]. Констатируя это обстоятельство (в качестве дополнительного фактора) Н.В. Склифосовский отнюдь не отвергнул заключение профессора И.Ф. Клейна, а существенным образом дополнил его.

Приведенный выше наш анализ позволяет в известной мере объяснить факт появления в заголовке статьи Н.В. Склифосовского дополнительной дефиниции (на латинском языке): *sarcomatodes hepatis*. По-видимому, Николай Васильевич посчитал необходимым – с целью окончательного определения типа опухоли – соединить в одном названии (на латинском языке):

а) заключение профессора И.Ф. Клейна – *fibromyoma lipomatodes*;

б) своей (независимой!) оценки микроскопического строения опухоли (у оперированной им пациентки Елены К.), определив ее как *sarcomatodes hepatis*. Так появилось, согласно нашему мнению, в названии статьи Н.В. Склифосовского [11, с. 148] окончательное определение (толкование) типа опухоли: *fibromyoma lipomatodes sarcomatodes hepatis* – с точки зрения ее клеточного состава и патоморфологической принадлежности. Таким образом, дефиниция опухоли включила: заключение профессора И.Ф. Клейна плюс мнение Н.В. Склифосовского, основанные на его собственном (независимом!) анализе и интерпретации клеточного строения опухоли, описание которого он приводит в завершающей части своего труда [11, с. 150–151].

Согласно мнению одного из ведущих онкоморфологов Советского Союза, профессора Д.И. Головина, высказанного им в своей уникальной по содержанию монографии [2], гистологическая диагностика опухолей на базе изучения онкологического материала – «удивительно противоречива» – «в случаях не типичных, трудных для понимания» [2, с. 295], (подчеркнуто нами – Г.К.).

В подобных случаях, по мысли Д.И. Головина, «...каждый патологоанатом будет исходить из своих собственных впечатлений, принимая во внимание детали, которые могут быть существенными для него, но не для других, диагнозы окажутся очень различными, и диагностика из объективной станет субъективной. Все это, разумеется, относится к опухолям не только печени, но и других органов» [2, с. 295].

Имея в виду заключение профессора Д.И. Головина, несомненного авторитета в онкоморфологии, мы можем прийти к выводу, что Николай Васильевич как ученый и искусный врач-хирург стремился уйти от «субъективной диагностики». Его цель, несомненно, к которой он был всецело устремлен на протяжении всего своего творческого пути – объективная диагностика. И потому, именно стремясь максимально возможно к объективной диагностике, в том числе и в случаях сложных и неординарных, Н.В. Склифосовский решил: объективной диагностикой опухолевого процесса у его пациентки Елены К. будет именно та дефиниция, которую он и привел в заголовке к своему труду [11] (будучи, следовательно, исключительно уверен в нем как объективным и единственно истинным).

Анализируя микроскопическое строение выявленной у пациентки Елены К. опухоли печени, Н.В. Склифосовский заключает, что опухоль находится в состоянии «начала саркоматозного перерождения». Он отмечает, что выявленное им «разрастание перителлия сосудов опухоли», представленное «местами» в виде «островков круглых клеток» – определяет процесс «начала саркоматозного перерождения».

Эти объективные данные микроскопического анализа Н.В. Склифосовского позволяют в известной мере прийти к заключению, основываясь также на авторитетных исследованиях патоморфологов, изучавших многие годы строение и номенклатурное определение опухолей у человека [13], у пациентки Елены К. Н.В. Склифосовский, по-видимому, наблюдал мезодермальную опухоль, для которой характерно наличие в ее строении мезенхимальных клеток, фибробластов и др. клеток фибробластического дифферона. Наличие разрастания перителлия сосудов опухоли, о которой пишет Н.В. Склифосовский, – свидетельство того, что, с большей или меньшей долей вероятности, Николай Васильевич удалил у Елены К. одну из разновидностей мезодермальных опухолей (фибромы, липомы, миксомы и др.), предположительно – гемангиому, для которой характерно разрастание новообразованной сосудистой сети, сопровождающееся интенсивным делением (посредством митоза) перителлия (перицитов) [13], и множественным образованием – из них все новых производных других клеток соединительной ткани (фибробластов, фиброцитов и др.), что может быть интерпретировано в условиях опухолевого роста как «саркомоподобное перерождение», – о котором свидетельствует и пишет в своем труде Н.В. Склифосовский [11, с. 151].

В заключение отметим, что труды Н.В. Склифосовского по проблемам хирургического лечения заболеваний печени и желчных путей [4; 5; 11] положили начало крупному направлению хирургической науки в России – хирургической гепатологии. И в этой связи следует считать профессора Н.В. Склифосовского основоположником хирургической гепатологии в России. Российские врачи-хирурги, развивая основы хирургической гепатологии, заложенной трудами Н.В. Склифосовского, в числе первых в мире опубликовали в первые годы XX века монографические исследования по проблемам хирургии печени [1; 10].

Являясь пионером, первопроходцем на путях становления хирургической гепатологии, Н.В. Склифосовский убедительно показал, что от врача-хирурга в его повседневном труде требуются совершенное владение техникой объективного исследования больных, тактикой и стратегией оперативного вмешательства, логикой и мышлением в сопоставительном анализе выявленных фактов – в направлении построения диагноза и прогноза болезни, многими другими профессиональными и общечеловеческими качествами, которые формируют профессиональный облик врача, комплекс его характерологических особенностей и свойств, а также в итоге определяют формы доверия пациента к врачу, порождают у пациента веру и надежду на выздоровление – от страданий и самых тяжелых недугов.

Во всех этих и многих других аспектах врачебного труда профессор Н.В. Склифосовский являл собой образец совершенства, что снискало ему высочайший авторитет и уважение коллег, врачей, безграничную любовь народа России.

В своих трудах и выступлениях профессор Н.В. Склифосовский неустанно подчеркивал, что высокие качества, которыми обладает врач-хирург – это реальные возможности и пути к отысканию истины у постели больного [12]. Формирование этих высоких качеств длится на протяжении всей жизни врача – через самозабвенный труд и неустанное во времени самосовершенствование [9]. Эти принципы Николай Васильевич исповедовал на протяжении всего своего творческого пути и всей жизни, что является ярким примером, наставлением и назиданием – для нас, для времени, в котором мы сейчас живем и для будущих поколений.

Автор выражает свою благодарность ассистенту кафедры гигиенических дисциплин медицинского факультета ПГУ им. Т.Г. Шевченко Петровиной Ирине Александровне за техническую помощь при подготовке рукописи к публикации.

Список литературы

1. Березнеговский Н.И. Способы остановки кровотечения из печени. – Томск, 1913.
2. Головин Д.И. Ошибки и трудности гистологической диагностики опухолей: Руководство для врачей. – Л.: Медицина, 1982. – 304 с.
3. Клейн Иван Федорович (1837–1922) // Деятели медицинской науки и здравоохранения – сотрудники и питомцы Московской медицинской академии им. И.М. Сеченова: Биографический словарь. 1758–2008 гг / под ред. М.А. Пальцева, А.М. Стойкова, С.Н. Затравкина. – 1-е изд. – М.: Изд-во «Шико», 2008. – 656 с. – С. 255–256.
4. Кованов В.В. Н.В. Склифосовский // Склифосовский Н.В. Избранные труды. – М.: Медгиз, 1953. – С. 3–33 (431 с.).
5. Кованов В.В. Примечания / Н.В. Склифосовский. Избранные труды. – М.: Медгиз, 1953. – С. 420–429 (431 с.).
6. Крачун Г.П. Н.В. Склифосовский – выдающийся отечественный хирург, ученый-новатор, организатор высшего медицинского образования. К 175-летию со дня рождения // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова (ВАК РФ). – 2011. – № 12. – С. 78–87.
7. Крачун Г.П. Профессор Николай Васильевич Склифосовский (1836–1904) как хирург-новатор в деле оказания помощи раненым на театрах военных действий // Современные аспекты физиотерапии в профилактике и медицинской реабилитации: материалы научно-практич. конф. с междунар. участием (Тирасполь, 14 апреля 2011 г.) – Тирасполь: Изд-во Приднестровского университета, 2011. – С. 60–63.
8. Крачун Г.П. Профессор Н.В. Склифосовский (1836–1904) – выдающийся отечественный хирург, уроженец Приднестровья – о хирургической тактике при операциях на органах брюшной полости и малого таза: проблема ранения брюшины // Современные аспекты реанимации и интенсивной терапии: материалы научно-практической конференции (Тирасполь, 1 июня 2012 г.) – Тирасполь: Б.и., 2012. – С. 126–129.
9. Крачун Г.П. Профессор Н.В. Склифосовский (1836–1904): истоки достижений на жизненном пути – в медицине, в развитии высшего медицинского образования в России // Современные проблемы науки и образования. Электронный научный журнал (ВАК РФ). – 2013. – № 1. – С. 1–19. – URL: <http://www.science-education.ru/107> – 8556 (дата обращения: 12.03.13 г.).
10. Мартынов А.В. Хирургия печени. – СПб., 1902.
11. Склифосовский Н.В. Иссечение опухоли печени (fibromyoma lipomatodes sarcomatodes hepatis) // Врач. – 1890. – № 27. – С. 594–595 / Склифосовский Н.В. Избранные труды/ Вводная статья и примечания проф. В.В. Кованова. – М.: Медгиз, 1953. – С. 148–151 (431 с.).
12. Склифосовский Н.В. Приветственная речь Председателя Организационного комитета в день открытия XII Международного съезда врачей в Москве 7 августа 1897 г. // Летопись Русской хирургии. – 1897. – Т. 2. – Вып. 5. – С. 1–4 / Н.В. Склифосовский. Избранные труды. – М.: Медгиз, 1953. – С. 70–73 (431 с.).
13. Смольяников А.В. Мезенхимальные опухоли // Руководство по патологоанатомической диагностике опухолей человека / под ред. акад. АМН СССР, проф. Н.А. Краевского, чл. – корр. АМН СССР, проф. А.В. Смольяникова. – М.: Медицина, 1971. – С. 13–79.
14. Умов Н.А. Предисловие // Автобиографические записки Ивана Михайловича Сеченова. – М. – декабрь. Издание «научного слова», 1907. – С. III–V (195 с.).
15. Virchow R. Die krankhaften Geschwülste. 30 Vorlesungen. – Berlin: Hirschwald, 1863– Bd. 1,2,3; 1864–1865: Bd. 4. Vorlesungen uber Pathologie.

References

1. Bereznegovsky N.I. *Mores sanguis a iecore tincidunt*. Tomsk, 1913.

2. Golovin D.I. *Errorres et difficultates histological diagnosis tumores: dux pro medicis*. L: Medicina, 1982. 304 p.
3. Klein Ivan Fedorovich (1837–1922) // *Figura medicina salutem cura, et baculo et discipulorum in Moscoviae Academiae Medical. IM Setchenov: A Dictionary Latinitatis*. 1758–2008 gg /Ed. M.A. Paltseva, A.M. Stochika, S.N. Zatravkin. 1st Ed. Sl: Publishing Domus «Chico», 2008. 656 p. pp. 255–256.
4. Kovanov V.V. N.V. Sclifosovskiy // *Sclifosovskiy N.V. Opera Selecta*. Sl: Medgiz, 1953. pp. 3–33 (431 p.).
5. Kovanov V.V. *Notes /N.V. Sclifosovskiy. Opera Selecta*. Sl: Medgiz, 1953. pp. 420–429 (431 p.).
6. Krachun G.P. N.V. Sclifosovskiy *Chirurgus egregius domesticus, scientificus, novitatis, auctor superioris medicinae educationem*. In *175th anniversario nativitat* // *Rectum*. Acta eos. N.I. Pirogov (HAC RF). 2011. no. 12. pp. 78–87.
7. Krachun G.P. *Donec Sclifosovskiy Nicolaus Vasil'evich (1836–1904) et sicut medicus ad vulneratum, auctor in apparatu acies cura // De partibus corporis ne et dolor semper in*. *Materias scientia practica*. DECIMA. cum Intern. participatione (Tiraspol, April 14, 2011) Tiraspol: Publishing Domus Universitatis Transnistria, 2011. pp. 60–63.
8. Krachun G.P. *Professor N.V. Sclifosovskiy (1836–1904) egregius domum surgery patria Transnistria a manu redditur ratio in manu abdominis et pelvis: problema laesi peritoneum // Modern aspectus intensive cura*. *Progressus scientiae practica colloquium* (Tiraspol, June 1, 2012) Tiraspol: B.I., 2012. pp. 126–129.
9. Krachun G.P. *Professor N.V. Sclifosovskiy (1836–1904), origines rerum gestarum in vita medicina progressionem medicinae educationem altius in Russia //Modern scientia et disciplina quaestiones*. Electronic accumsan Diario (HAC RF). 2013. no. 1. Ex 1–19. URL: <http://www.science-education.ru/107> 8556 (accessed date: 03.12.13 g).
10. Martynov A.V. *Iecoris surgery*. St Petersburg., 1902.
11. Sclifosovskiy N.V. *Abscissione tumores jecoris (fibromyoma lipomatodes sarcomatodes hepatis) //Medicus*. 1890. no. 27. pp. 594–595 /Sclifosovskiy N.V. Opera selecta /Initiale articulum habet a notis. V.V. Kovanova. Sl: Medgiz, 1953. pp. 148–151 (431 p.).
12. Sclifosovskiy N.V. *Grata oratio in ordinandis commisionibus Praesidem aperti medicorum XII Congressus Internationalis in Moscoviae, August 7, 1897 //Rectum Russian Annales*. 1897. T. 2. Eventum. 5. pp. 1–4 /N.V. Sclifosovskiy. Opera Selecta. M: Medgiz, 1953. 70–73 h. (431 p.).
13. Smolyannikov A.V. *Mesenchymal tumores //Manual Mortem diagnosis tumores humanae / Ed. Acad. Lorem ipsum Scientiarum Academia Professorem. N.A. Krajewski, sodalis. Corr. Lorem ipsum Scientiarum Academia Professorem. A.V. Smolyannikova*. Sl: Medicina, 1971. 13–79 h.
14. Mentes N.A. *Praefatio //notis Autobiographical Ivan Mikhailovich Sechenov*. Moscoviae December: Publication of «scientificum verba», 1907. pp. III–V (195 p.).
15. Virchow R. *Krankhaften Geschwülste morietur*. Vorlesungen 30. Berlin: Hirschwald, 1863 BD. 1,2,3, 1864–1865: BD. 4. Vorlesungen Pathologie uber.

Рецензенты:

Подолынский Г.И., д.м.н., профессор, зав. кафедрой терапии №1 медицинского факультета Приднестровского государственного университета им. Т.Г. Шевченко, г. Тирасполь;

Гарбуз И.Ф., д.м.н., профессор, зав. кафедрой травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии медицинского факультета Приднестровского государственного университета им. Т.Г. Шевченко, г. Тирасполь.

Работа поступила в редакцию 03.06.2013.

УДК 379.85:069 (470.312)

ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНОЕ НАСЛЕДИЕ ТУЛЫ И ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ РАЗВИТИЯ РЕКРЕАЦИИ И ТУРИЗМА В РЕГИОНЕ

Корнеева М.Е.*ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»,
Белгород, e-mail: korneeva-masha@yandex.ru*

При помощи методов теоретического анализа научной и статистической литературы в статье рассмотрено историко-культурное наследие Тулы и Тульской области с точки зрения возможности развития рекреации и туризма в регионе. Было выявлено, что основу культурно-исторических объектов области составляют памятники истории и культуры, первое место среди которых отводится различного рода музеям. Памятники, посвященные знаменитым тулякам, представителям известных родовых династий, оставивших свой след в истории, формируют другой пласт достопримечательностей, вокруг которого также возможна реализация ряда экскурсионно-познавательных программ. Основной акцент в статье сделан на тематическую наполненность экскурсионных туров, рассмотрены особенности организации туристических программ, проанализирована посещаемость музеев, их материально-техническая оснащенность, транспортная доступность. В связи с чем статья может быть полезна не только ученикам и студентам с целью расширения кругозора, но и туристам, проявляющим интерес к культурно-историческому прошлому своей страны и ее городов. В статье уделено внимание и проблемам, препятствующим успешной реализации туристического продукта в регионе – это недостаточная материальная обеспеченность и малая информационная освещенность. Таким образом, автором сделан вывод о том, что Тула и Тульская область, обладая рядом уникальных культурно-исторических объектов, является благоприятной зоной для развития туристско-рекреационного направления в регионе.

Ключевые слова: историко-культурное наследие, музей, дом-музей, музей-усадьба, музей-заповедник, памятник, пряник, самовар, рекреация, экскурсия, туризм

HISTORICAL-CULTURAL HERITAGE OF CITY OF TULA AND THE TULA REGION FOR THE DEVELOPMENT OF RECREATION AND TOURISM IN THE REGION

Korneeva M.E.*Federal state Autonomous educational institution of higher professional education «Belgorod state
national research university», Belgorod, e-mail: korneeva-masha@yandex.ru*

With the help of methods of theoretical analysis of scientific and statistical literature, the article examines the historical and cultural heritage of city of Tula and the Tula region from the point of view of possibilities for development of recreation and tourism in the region. It was revealed that the basis of cultural and historical sites of the region are monuments of history and culture, the first place among them is devoted to various museums. Monuments dedicated to famous Tula citizens, representatives of well-known tribal dynasties left their trace in the history, form another layer of attractions, around which also possible realization of a number of excursion-cognitive programs. The main focus of the article is made on the thematic content of excursion tours, peculiarities of the organization of tourist programs, the attendance of museums, their material-technical equipment, transport accessibility. In this connection, the article can be useful not only to pupils and students with the aim of expanding horizons, but also tourists interested in the cultural and historical past of our country and its cities. The article pays attention to the problems, which constraint on the successful realization of a tourist product in the region – the lack of financial security and a small information illumination. Thus, the author concludes that the Tula and the Tula region, boasting a unique cultural-historical objects, is favorable zone for the development of tourist and recreational areas in the region.

Keywords: historical and cultural heritage, museum, house-museum, farmstead-museum, a museum-reserve, a monument, a spice-cake, a samovar, recreation, excursion tourism

Современные тенденции в сфере охраны и использования памятников истории и культуры свидетельствуют о все большем внимании к изучению историко-культурного наследия в целом, и в его совокупности с другими явлениями традиционной культуры, природным наследием, историческим ландшафтом. В последние годы по-новому происходит оценка исторического наследия регионов, вновь появляется интерес ко многим ранее забытым именам и историческим событиям, идет восстановление исторических памятников и святынь, которые начинают рассматриваться в качестве ресурсов

для развития туристско-рекреационного направления регионов.

Цель исследования – рассмотрение историко-культурного наследия Тулы и Тульской области с точки зрения развития рекреации и туризма в регионе.

Материал и методы исследования

В основу данной работы положены методы теоретического анализа научной литературы, исторических документов, статистической информации. С помощью дедуктивных методов проведено логическое обобщение полученных данных, дана оценка историко-культурному развитию Тулы и Тульской области.

Результаты исследования и их обсуждение

Культурный потенциал региона, выраженный в его историческом наследии, на сегодняшний день становится фактором привлечения туристских потоков, а наличие уникальных исторических объектов предопределяет успешное развитие туристско-рекреационного направления в регионе. В комплексе туристско-рекреационных ресурсов особое значение занимают культурно-исторические ресурсы, представляющие собой наследие прошлых исторических эпох, культурное самовыражение народа. *Культурное наследие региона* формируют исторические объекты и образуемые ими социокультурные пространства. Существуют различные точки зрения относительно понятия «культурное наследие». А.С. Кусков, В.Л. Голубева, Т.Н. Одинцова под культурным наследием понимают наследие исторического развития цивилизации, которое накопилось на данной территории [3]. И.В. Зорин и В.А. Квартальнов называют его совокупностью ценностей, дающих смысл существованию человека. В данном контексте культурное наследие составляют произведения художников, архитекторов, музыкантов, писателей, ученых и мастеров народного творчества [2]. Уникальной историко-культурной территорией, обладающей особой ценностью для страны, мира, региона, где множество памятников истории и культуры составляют единый комплекс, тесно связанный с современной культурной средой и сохраняемый для передачи последующим поколениям, называют культурное наследие О.В. Смирнова и С.Н. Пияшова [7].

Объектами культурно-исторического наследия выступают носители исторической памяти – памятники архитектуры, археологии, а также природные ландшафты, имеющие связь с историческими событиями данного региона. Наряду с культурно-исторической составляющей обязательно должна присутствовать природная, которая приводит к образованию различных природно-культурно-исторических ландшафтов [6].

Среди культурно-исторических объектов Тульской области ведущая роль принадлежит *памятникам истории и культуры*, которые благодаря рекреационной привлекательности способны удовлетворить потребности экскурсионно-познавательного отдыха и туризма. Согласно данным, представленным в Программе развития отрасли культуры Тульской области на 2012–2016 гг., рассматривающей сферу культуры в качестве ключевого фактора для развития региона, на государственной охране состоит 3220 объектов культурного наследия. Из

них 271 – памятники истории и культуры федерального значения, 847 – регионального и 2102 – выявленные объекты культурного наследия, большую часть из которых составляют памятники археологии [8].

Музеи Тульской области являются неотъемлемой частью туристических маршрутов.

В 1990 г. в Туле был открыт Музей «Тульские самовары», в основу экспозиции которого была положена большая коллекция самоваров, собранных в различные годы. Замысел экспозиции состоит в последовательном показе развития самоварного производства в Тульском крае с конца XVIII в. и до наших дней, а также истории самовара как самобытного образца русского декоративно-прикладного искусства и русского быта. С первых дней своего создания музей пользуется большой популярностью среди туристов [9].

Одним из самых молодых музеев города является Музей «Тульские пряники» (1996 г.) Экскурсоводы знакомят посетителей с историей пряничного производства, старинными традициями и обрядами и приглашают принять участие в чаепитии с главным лакомством города – тульским пряником. Для популяризации работы музея в областном центре проводится игровой развлекательный праздник, посвященный тульскому прянику, музею и старейшей в Туле кондитерской фабрике ЗАО «КФ Старая Тула». В последние годы данный праздник приобрел характер общегородского, что позволило привлечь внимание туристической общественности к происходящим событиям путем освещения в печатных и телевизионных изданиях, а также благотворно повлияло на формирование и укрепление положительного бренда региона в целом.

Тульский государственный Музей оружия – это единственный в России музей, где можно проследить эволюцию русского стрелкового оружия от петровских времен до наших дней, развитие инженерно-технической мысли, прогресса русской промышленности, а также познакомиться с непревзойденным мастерством тульских оружейников. В 2012 г. было завершено строительство нового здания музея, которое имеет красивое внешнее оформление и современную инфраструктуру для обслуживания посетителей. Примечательно, что рядом с оружейным музеем находится Николо-Зарецкая церковь, построенная Никитой Демидовым, чье имя тесно связано с оружейным производством в Туле. Практически у входа в музей – памятник Демидову и небольшой музей «Некрополь Демидовых». Таким образом, с окончанием строительства нового здания Музея оружия Тула получила законченный музей-

ный комплекс, посвященный оружейному производству.

Удивительным образцом памятников русского оборонного зодчества XVI в. является *Тульский кремль* – одна из немногих средневековых крепостей, и по сей день сохранившая свой первозданный облик. Он собирает более 105000 посетителей в год. Ансамбль Тульского кремля составляют не только стены и башни, но и два храма: Свято-Успенский собор (XVIII в.) и Богоявленский собор (XIX в.), торговые ряды (XIX в.) и здание первой городской электростанции (XX в.). На сегодняшний день в Тульском кремле ведутся реставрационные работы, которые окончательно должны завершиться к 2014 г. По словам главы Департамента культуры Тульской области Татьяны Рыбкиной, разработана единая концепция восстановления здания кремля, согласно которой первоочередной задачей является реконструкция стен и башен кремля, планируется использовать в плане музеефикации как торговые ряды, расположенные у северо-западной стены кремля, так и объекты промышленной постройки. Важным нововведением должна стать разработка мобильного гида по кремлю, что планируется сделать для туристов бесплатным [5].

Важную роль в просвещении и приобщении к природному, историко-культурному и художественному наследию, в ознакомлении с культурой, традициями и бытом наших предков принадлежит *этнографическим памятникам*. В экскурсионную деятельность вовлекается этнографическое наследие, представленное музейными экспозициями краеведческих музеев и музеев народного быта. Как правило, почти каждый районный центр имеет свой краеведческий музей, однако наиболее востребованным в туристической среде является *Тульский областной краеведческий музей*, в фондах которого хранятся коллекция тульских самоваров, крестьянской и городской одежды XIX в., филимоновской игрушки, изделия местных мастеров, личные вещи писателей, уроженцев Тульского края, археологические, естественнонаучные коллекции. С 1993 г. ведет свою работу *Музейно-выставочный центр «Тульские древности»*, представляющий своим гостям археологическую экспозицию, посвященную истории Тульского края от каменного века до позднего средневековья. В единственной в Туле интерактивной экспозиции «Секреты тульских мастеров» посетители могут погрузиться в атмосферу мастеровой Тулы XVI–XVIII вв. Интерьер избы тульского ремесленника, гончарная и кузнечная мастерские дарят посетителю воз-

можность непосредственного участия в исторически воссозданном процессе средневекового производства, знакомства с бытом XVII–XVIII вв.

Одним из самых молодых, но стремительно увеличивающих рост своей популярности считается *Музей «Филимоновская игрушка»*, который был открыт в 2009 г. в поселке Одоев Тульской области. В музее представлены редкие уникальные фото и архивные материалы о жизни и творчестве прежних и нынешних мастеров, экспонируются предметы крестьянского быта. Помимо экскурсионной программы, посетителям предлагается поучаствовать в мастер-классе по лепке и росписи филимоновской игрушки, что обуславливает большую туристско-рекреационную привлекательность музея и все возрастающий туристический спрос [9].

Особое место в историко-культурном наследии принадлежит *архитектурно-парковым зонам дворянских усадеб*. В данном плане на территории Тульской области следует выделить несколько объектов историко-культурного туризма, которые в данный момент снова оказываются в центре внимания туристов. В 65 км к юго-востоку от Тулы в Богородицком районе расположен *Богородицкий дворец* – музей и парк. Данный архитектурный объект является бывшим владением Екатерины II, которое после ее смерти было унаследовано ее сыном, графом А.Г. Бобринским. Особую ценность в рекреационном отношении представляет также зеленая оправа дворцового комплекса, созданная в 1780-х гг. видным деятелем эпохи просвещения П.Т. Болотовым. В экспозиции музея туристы могут наблюдать произведения прикладного искусства, относящиеся к XVIII – нач. XIX вв., а также скульптурные экспонаты, прижизненные издания Болотова, копии с его акварелей с былыми видами парка. На сегодняшний день в Дворце проходят не только экскурсии, но и организовываются свадебные торжества и деловые встречи.

В настоящее время на основании архивных данных начаты работы по восстановлению одной из лучших усадеб России *Музея-усадьбы первого русского ученого-агронома А.Т. Болотова «Дворяниново»*, возрождается единственный в своем многообразии видового состава русский овощной и лекарственный огород, система многоярусных прудов, сады, цветники и ягодники. В музее обширная и интересная экскурсионная программа, проводятся Болотовские чтения, музыкальные салоны, проходят выставки, конкурсы, научные конференции. В 2007 г. с проектом «Уса-

дебный декокт А.Т. Болотова» музей стал победителем конкурса «Меняющийся музей в меняющемся мире» [4]. Таким образом, у музея появилась материальная база для реализации планов по развитию новых экскурсионных направлений.

Еще одним архитектурным памятником, ценным с историко-культурной точки зрения, является *Историко-мемориальный музейный комплекс «Бобрики»*. В состав музейного комплекса входят: усадьба Бобрики, приусадебный парк, памятник садово-паркового искусства XVIII–XIX вв., усадебная церковь во имя Нерукотворного образа Христа Спасителя, Храм Свято-Преображения, фамильная усыпальница графов Бобринских, являющаяся памятником федерального значения [9].

Среди мемориальных памятников, связанных с культурой России XIX–XX вв., особая роль по своей значимости и сохранности отведена *Ясной Поляне* – родовому имению всемирно известного русского писателя Л.Н. Толстого. Находясь в Щекинском районе Тульской области в 14 км к юго-западу от Тулы, Ясная Поляна является одним из самых востребованных туристами мест региона, имея среднюю посещаемость 130000 человек в год. Музей-усадьба хранит уникальный мемориальный фонд, к которому относятся убранство дома-музея Л.Н. Толстого (библиотека, старинная мебель, живопись, фамильные иконы и др.) – всего более 33000 единиц хранения. Трижды музей становился победителем конкурса «Меняющийся музей в меняющемся мире», реализовывая по-настоящему уникальные проекты, тем самым привлекая к культурному наследию внимание общества и увеличивая свой туристско-рекреационный потенциал [4]. На территории музея организовываются разноплановые экскурсии, предоставляются образовательные услуги, устраиваются различного рода праздничные мероприятия, свадьбы, торжества, имеется свой фольклорный коллектив. Хорошо организована туристическая инфраструктура – вблизи музея-усадьбы имеются гостиницы и места группового питания, работает магазин и киоск с памятными сувенирами.

В 70 км от Тулы в Заокском районе на берегу реки Ока располагается *Государственный мемориальный историко-художественный и природный музей-заповедник «Поленово»*. Уникальность усадебного комплекса художника Василия Поленова заключается в том, что все здания – главный дом, мастерская художника «Аббатство»,

флигели, службы, а также Троицкая церковь в селе Бёхово – созданы по личному проекту художника и являют собой архитектурные направления конца XIX в. В центре усадьбы Поленово располагается большой дом, в котором находятся основные коллекции живописи и графики, а также археологическая коллекция. Помимо архитектурных достопримечательностей, внимание туристов привлекает парковая площадь, составляющая 870 га.

Музей-заповедник «Куликово поле» представляет интерес как объект для историко-ориентированного и религиозно познавательного туризма. Оно является уникальным мемориальным объектом, ценнейшим природно-историческим комплексом, включающим многочисленные памятники археологии, архитектуры и монументального искусства. Мемориал на Красном холме – памятник-колонна Дмитрию Донскому и храм-памятник во имя Преподобного Сергия Радонежского – старейший монумент воинской славы России. Помимо этого достопримечательностью является сама природа среднерусской полосы [9].

Много знаменитых туляков, деятелей науки и культуры проживало в Туле в различные времена, памятники в честь которых можно встретить на улицах города – памятник выдающемуся конструктору-оружейнику С.И. Мосину, владельцу оружейной фабрики и оружейных дел мастеру Никите Демидову, памятник жившему и работавшему в Туле советскому писателю В.В. Вересаеву, памятник, посвященный героическому подвигу командира крейсера «Варяг» адмиралу В.Ф. Рудневу и многим другим. Хранителями памяти о знаменитых именах выдающихся туляков выступают также *дома-музеи*, которые так любят посещать приезжающие в регион гости города – Мемориальный музей Н.И. Белобородова, Музей П.Н. Крылова, Дом-музей И.А. Бунина, Историко-художественный музей А.С. Хомякова [9].

Заключение

Таким образом, природное и культурное наследие Тульской области создает благоприятные условия для развития в регионе рекреации и туризма различной тематической направленности. Возможна реализация ряда культурно-рекреационных маршрутов, историко-краеведческих туров, археологических, этнографических, военно-исторических, историко-биографических, а также религиозных туров экскурсионной направленности.

Список литературы

1. Ежедневная электронная газета Российского союза туриндустрии. Форум «Проблемы развития туризма в области». [Электронный ресурс] 2003–2013. – URL: http://www.ratanews.ru/news/news_3102012_1.stm (Дата обращения 2.03.2013).
2. Зорин И.В. Энциклопедия туризма: монография / И.В. Зорин, В.А. Квартальнов. – М.: Финансы и статистика, 2001. – С. 368.
3. Кусков А.С. Рекреационная география. Учебное пособие / А.С. Кусков, В.Л. Голубева, Т.Н. Одинцова. – М.: 2007.
4. Меняющийся музей в меняющемся мире. [Электронный ресурс] 2011–2013. – URL: <http://museum.fondpotanin.ru/about/> (Дата обращения 2.03.2013).
5. Моя Слобода. Рыбкина Т.В. Интервью директора департамента культуры города: [Электронный ресурс] 2005–2012. – URL: <http://myslo.tv/event/Ribkina/> (Дата обращения 4.03.2013).
6. Набиева У.Н. Социально-экономические и историко-культурные аспекты развития рекреации в Дагестане / У.Н. Набиева, С.М. Шахасова // География и туризм: Сб. науч. тр. Перм. Ун-т. – Пермь, 2005. – Вып. 1. – С. 178–183.
7. Оценка рекреационного потенциала староосвоенного региона (на примере Белгородской области): монография / А.Н. Петин, И.С. Королева, М.Е. Корнеева. Белгород: Изд-во БелГУ, 2010. – С. 106–117.
8. Портал правительства Тульской области. Программа развития отрасли культуры Тульской области на 2012–2016 годы: [Электронный ресурс] 2011–2013. – URL: http://www.admportal.tula.ru/live/programm/fromGovernment/2011/11/08/fromGovernment_15.html (Дата обращения 6.03.2013).
9. Харитонов В.С. Историко-культурное наследие Тульского края: курс лекций / В.С. Харитонов – Тула: ТулГУ, 2011. – С. 12–18, С. 26–47.
3. Kuskov A.S. *Rekreatsionnaya geografiya. Uchebnoe posobie* [Recreational geography. Study guide]. A.S.Kuskov, V.L.Golubev, T.N. Odintsova. M; 2007.
4. *Menyayushchiesya Muzei v Menyayushemsya Mire* (Changing museum in the changing world). Available at: <http://museum.fondpotanin.ru/about/> (accessed 2 March 2013).
5. *Moya Sloboda. Intervyu Direktora Departamenta Kultury Goroda* (My Sloboda. Rybkina T.V. Interview to the director of the department of culture of the city). Available at: <http://myslo.tv/event/Ribkina/> (accessed 4 March 2013).
6. Nabiyeva U.N. *Sotsialno-ekonomicheskie i istoriko-kulturnie aspekty razvitiya rekreatsii v Dagestane* [Social-economic and historical and cultural aspects of development of a recreation in Dagestan] / U.N. Nabiyeva, S.M. Shakhassova // Geography and tourism: Collection of scientific works. Perm. Un-t. Perm, 2005. no. 1. pp. 178–183.
7. *Otsenka rekreatsionnogo potentsiala staroosvoennogo regiona (na primere Belgorodskoy oblasti): monografiya* [Assessment of recreational capacity of the old mastered region (on the example of the Belgorod region): monograph] A.N. Petin, I.S.Koroleva, M.E.Korneeva. Belgorod: Publishing house of BELSU, 2010. pp. 106–117.
8. *PortalPravitelstvaTul'skoyOblasti.ProgrammaRazvitiyaOtrasyKulturyTul'skoyOblastina20122016Gody* (Government Portal of the Tula region. The program of development of branch of culture of Tula region for 2012–2016). Available at: http://www.admportal.tula.ru/live/programm/fromGovernment/2011/11/08/fromGovernment_15.html (accessed 6 March 2013).
9. Kharitonov V.S. *Istoriko-kulturnoe nasledie Tul'skogo kraia: kurs lektsiy* [Historical and cultural heritage of the Tula edge: course of lectures]. V.S. Kharitonov – Tula: TULSU, 2011. pp. 12–18, pp. 26–47.

References

1. *Ezhednevnyaya Elektronnyaya Gazeta Rossiyskogo Soyuz Turindustrii. Forum «Problemy Razvitiya Turizma v Oblasti»* (Daily electronic newspaper of the Russian union of the tourist's industry. Forum «Problems of development of tourism in area») Available at: http://www.ratanews.ru/news/news_3102012_1.stm (accessed 2 March 2013).
2. Zorin I.V. *Entsiklopediya turizma: monografiya* [Tourism encyclopedia: monograph] / I.V. Zorin, V.A.Kvartalnov. M: Finance and statistics, 2001. 368 p.

Рецензенты:

Петин А.Н., д.г.н., профессор, декан геолого-географического факультета Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород;
 Корнилов А.Г., д.г.н., профессор, заведующий кафедрой географии и геоэкологии геолого-географического факультета Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород.
 Работа поступила в редакцию 27.05.2013.

УДК 811.512.1

ПРОИСХОЖДЕНИЕ ЧУВАШСКИХ ДИАЛЕКТОВ

Желтов П.В.

ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова»,
Чебоксары, e-mail: chnk@mail.ru

Чувашские диалекты – верховой с выделяющимися северо-западными говорами (малокарачкинский, большекарачкинский, сундырско-козьмодемьянский), средний (или средненизовой) и низовой, являются прямым продолжением не одного, а нескольких (как минимум двух) диалектов «древнечувашского языка» – группы среднебулгарских диалектов, на котором говорила социально обособленная группа булгар, называвшаяся чувашами и сформировавшаяся из чувашей – одной из булгарских народностей, составлявших булгарский народ (булгары, сувары, савиры, берсула, темтюзи, эсегели и чувашаи). По результатам исследований, проведенных в ходе работы, выяснилось, что северо-западные говоры являются результатом смешения одного из северных говоров «древнечувашского языка» – «заказанского» с «казанским» диалектом «древнечувашского языка» (непосредственным предком верхового диалекта чувашского) и наложением его на местный марийский субстрат, говоривший на горномарийском наречии.

Ключевые слова: чувашский язык, диалекты, говоры чувашского языка, субстрат, происхождение

THE ORIGIN OF CHUVASH DIALECTS

Zhelto P.V.

I.N. Ulyanov's Chuvash State University, Cheboksary, e-mail: chnk@mail.ru

Chuvash dialects – upland with prominent north-western dialects (Small Karachkino, Big Karachkino, Sundyr-Kozmodemyansk), medium (or medium lowland) and lowland, are a direct continuation of not one, but several (at least two) dialects «ancient language» – a group of middle Bulgar dialects which was Spoken by a socially prominent group of Bulgars, called Chuvash and formed from Chuvashs – one of the Bulgar peoples who formed the Bulgar people (Bulgars, Suvars, Savirs, Bersula, Temtyuz, Esegel and Chuvash). According the results of the research, it became clear that the north-western dialects are the result of the mixing of one of the northern dialects of the «ancient Chuvash language» – «zakazanskogo» with the Kazan dialect «of ancient Chuvash language» (direct ancestor of upland Chuvash dialect) and the Small Karachkino local is the result of applying them to the local Mari substratum, who spoke highland Mari dialect. The geographical localization of ancient Chuvash dialects relates to the end of XIII and the beginning of XIV centuries.

Keywords: Chuvash language, dialects, sub-dialects (locals) of the Chuvash language, the substrate, the origin

Любой язык следует рассматривать в первую очередь как совокупность диалектов и говоров, а его происхождение считать малоизученным до тех пор, пока не проведены тщательные исследования его диалектов и говоров как в синхронии, так и в диахронии, и не восстановлены архетипы фонетики и морфологии его непосредственного предка.

Всё это в полной мере относится к чувашскому языку и его диалектам и говорам.

Несмотря на большое количество работ по чувашской диалектологии, большинство из них носит описательный характер, и их целью являлся не анализ фиксируемого материала в аспекте синхронии и диахронии (хотя ряд работ известного чувашского диалектолога профессора Л.П. Сергеева имеет такой характер, но не в полном объеме), а именно фиксация диалектного материала (и поэтому вышеуказанный недостаток носит не критический, а постановочный характер и должен и может быть восполнен), с которой исследователи (прежде всего Л.П. Сергеев и его ученики и последователи) блестяще справились (атласы по чувашской диалектологии до сих пор неизданные, но доступные в библиотеках научно-образовательных учреждений Чувашской Ре-

спублики, диалектологический словарь, публикации, монографии и многочисленные архивные материалы, такие как словарный фонд чувашского языка, насчитывающий более 2 млн карточек) [1-6].

По результатам исследований, проведенных в ходе работы, выяснилось, что северо-западные говоры являются результатом смешения одного из северных говоров «древнечувашского языка» – «заказанского» с «казанским» диалектом «древнечувашского языка» (непосредственным предком верхового диалекта чувашского) и наложением его на местный марийский субстрат, говоривший на горно-марийском наречии.

При этом субстрат оказал большее влияние на малокарачкинский говор – наличие интервокальных негеминированных незвонченных согласных, замена интервокального чувашского -б- губно-губным -β-, которое, несмотря на соответствие горно-марийскому губно-зубному -в-[v], имеет отличную от него артикуляцию и артикуляционно сближается с удмуртским и кыпчакским губно-губным w, отличаясь от него более плотным смыканием губ.

Видимо, в отношении губно-губного чувашского диалектного β будет справедли-

вым выдвинуть предположение о том, что оно возникло ещё на территории Заказанья в результате ассимиляции чувашами удмуртов и было поддержано носителями горно-марийского диалекта (языка) уже на территории Чувашии.

В северо-западных говорах чувашского языка сохранилось однако среднебулгарское увулярное *-б-* (*э*) ~ общетюрк. *з*, отсутствующее в финно-угорских языках Поволжья. В верховом диалекте чувашского ему соответствует *-з-* и щелевое среднеязычное, которое увуляризуется в интервокальной позиции перед *й*, а в среднем и низовом диалекте *-з-* и увулярное же *-б-*.

К среднебулгарскому же наследию относится и непалатализованное *-ц-* (*-дж-*), которое слабо палатализуется и в контексте гласных переднего ряда и соответствует общеварховому *-ц-* (*-д'жс'-*), средненизовому *-ц-* (*-д'жс'-*) и низовому *-ц-* (*-д'з'-*). Это *-ц-* (*-дж-*) вероятно также нашло поддержку в удмуртском какуминальном *ж* в некоторых булгаро-чувашских древних заимствованиях в удмуртский – вместо ожидаемого удмуртского *ж*, которым обычно передается татарское *д'жс'*, в то время как чувашское полувзвонное *-ц-* (*-д'жс'-*) передается удмуртским *ч* (*ч'*), в них находим *ж*.

Это *ц* встречается и в анлауте некоторых сундырско-чувашских изоглоссов, что вообще нехарактерно для чувашского языка (а также для марийского). Это *ц* однако находит поддержку в некоторых средненизовых изоглоссах в анлаутном *-ц-* (*-д'жс'-*), которое зафиксировано в диалектных словарях чувашского языка.

В то же время в чувашских заимствованиях в удмуртском языке фиксируется анлаутное *б-*, несвойственное современному чувашскому, где в анлауте возможно только *п-* (которое однако озвончивается в речи, в случае если предшествующее ему слово оканчивается на гласную и в речи есть связка).

Это же анлаутное *б-* фиксируется и в словаре Дамаскина XVIII в. в отдельных чувашских изоглоссах.

Это анлаутное *ц*, как и инлаутное и интервокальное, которое в сундырских говорах чередуется с *-ч-* (неозвонченное, явно марийское влияние ~ общечув. *-ц-*, *-ц'-*), является наследием южных говоров болгарского языка и, вероятно, появилось в «заказанских» и «казанских» говорах в анлауте отдельных изоглоссов (наряду с *й* срединных говоров болгарского языка), после уничтожения Волжской Булгарии Тамерланом, когда уцелевшие болгары бежали в заказанские области и южную Удмуртию, заселенную чувашами.

К «заказанским» фонетическим особенностям относится и вероятно малокарачкинское *ё*, соответствующее общечувашскому *и*, в первых слогах которое имеет параллели в говорах каринских и глазовских татар (золотоордынско-кыпчакское население Волжской Болгарии) и в касимовском диалекте.

Вероятнее всего, что касимовцы также представляют собой остатки золотоордынско-кыпчакского населения Волжской Булгарии (параллели между северо-западными говорами чувашского языка и говорами касимовских татар свидетельствуют в пользу этой гипотезы), однако в отличие от предков каринских и глазовских татар они, вероятно, жили не в северных пределах (районы вблизи Камы и Заказанья), а гораздо южнее, и поэтому бежали на запад.

О соседстве предков верховых чуваш с удмуртами говорит и делябиализация редуцированных гласных в верховом диалекте – в удмуртском языке таковые отсутствуют. Они также отсутствуют в горно-марийском языке, однако имеются в северо-западных говорах верхового диалекта чувашского языка, что ставит под сомнение определяющую роль марийского субстрата в их формировании, о чем писали ранее ряд исследователей.

Более того, в горно-марийских словах, заимствованных из чувашского повсеместно имеем *ц*, а не *ч*, как будто они заимствовались не из верхового диалекта, а из низового.

Поэтому утверждать, что неозвонченное интервокальное *ч* в северо-западных говорах есть результат усвоения горными марийцами *-ц-* скорее всего нельзя. Вероятно это *ч* есть наследие «древнечувашских» говоров «Заказанского» типа, оно лишь было поддержано марийским консонантизмом, который не имеет озвонченного *ч* (*ц*).

В то же время малокарачкинское *й* является, вероятно, марийским субстратным.

Дело в том, что горно-марийское *е* гораздо уже, чем чувашское *э*, поэтому ему в марийско-сундырских параллелях соответствует и или *ё*.

Поэтому горно-марийский субстрат при освоении чувашского *э* передавал его горно-марийским *й*.

Это *й* присутствует в основном только в малокарачкинском говоре – в других ему соответствуют *э* и иногда *а*. Последнее есть влияние верхового диалекта, которому свойственны переходы *е (э) > а*.

А вот *э* северо-западных говоров на месте верхового и общечувашского *а* есть вероятно наследие «заказанского» диалекта древнечувашского.

Северо-западные говоры таким образом, тяготеют к отдельному диалекту древнечувашского языка – «заказанскому», и их сближение с верховым диалектом является поздним явлением, произошедшим уже на территории Чувашии.

Такие изоглоссы как северо-западн. чув. *канак* ‘раз’ ~ чув. *хот/хут* ~ тат. *кинәт, кинәттән* ‘вдруг’ ~ карaim. *кенетя*; северо-западн. чув. *кан* (при озвончении в речи – *һан*) ‘подобный’, ‘как’ ~ чув. *пак, пек, пик* ~ тат. *кебек, кеби* ~ тур. *gibi* подтверждают древнее происхождение этих говоров.

Средний (средненизовой диалект) сохранил редуцированные лабиализованные гласные и вместе с северо-восточными говорами (козловско-урмарскими), которые выделяются прогрессивным огублением, восходит, вероятно, к предказанским говорам «древнечувашского» языка, ареал распространения которых был в древности южнее Казани и в горной стороне нынешней Татарии, где он сохранился и до сегодняшнего дня.

При этом он стоял ближе всего к собственно нечувашским болгарским диалектам в области вокализма. А говоры с прогрессивным огублением были распространены, вероятно, от Заказанья и вниз по Волге, чему свидетельство – наличие прогрессивного огубления в чувашских заимствованиях в удмуртском языке, где они составляют дублеты и даже триплеты с таковыми же, но без прогрессивного огубления.

Причем по характеру эти дублеты говорят о том, что в «древнечувашском» уже тогда имелись говоры как с анлаутным *б*-, так и с анлаутным *п*-.

Происхождение чув. *п*- из *б*- объясняется, вероятно, марийским субстратом. Интересно однако отметить, что оглушение *б* имеется и в турецком языке (в анатолийских говорах), азербайджанских говорах Южного Азербайджана и в говорах сибирских татар, в районах, где это не объяснить иноязычным влиянием – если в анатолийских говорах это можно объяснить греческим субстратом, то в говорах азербайджанского языка и сибирско-татарском это не объяснить особенностями окружающих языков.

Низовой диалект чувашского языка имеет относительно позднее происхождение (XVII – начало XVIII вв.) и развился из среднего (средненизового диалекта).

С мишарским его объединяет цоканье. Следует однако заметить, что мишарский *ц* на территории Чувашии непалатализовано, в то время как низовое чувашское *ц* сильно палатализовано независимо от гармонии гласных.

Поэтому каз.-тат. *жс*- (*д’жс’-*, *жс’-*) в мишарском в контексте гласных переднего

ряда отражается не как мишарское *ц*’, а как *з*’или *з*’.

Низовое чув. *-ц’-* (*-д’з’-* сильно палатализованное), которое встречается только в интервокальной позиции, где ему соответствует общечув. *-й(-д’жс’-)*, является звонкой парой *ц*’ и отражает основной закон чувашского консонантизма, а не миш. *дз*.

Мишарский диалект татарского языка также повлиял на делабиализацию редуцированных гласных в низовом диалекте.

Здесь следует заметить, что такое же влияние оказали, вероятно, чувашские переселенцы из Цивильского и Канашского районов, в говорах которых также отсутствует огубление, и которые вместе с чувашами из Урмарского и Янтиковского районов (средний диалект) заселяли южные районы Чувашии.

Мишарское цоканье повлияло на характер чув. *ц’* и *-ц’-* в низовом диалекте, однако не изменило систему их распределения, полностью соответствующую общечувашской, и не повлияло на их палатализованность. В свою очередь, озвонченное чув. *-с-[з]* оказало влияние на появление мишарского *з*-, которое в мишарских говорах, распространенных на территории Чувашии, соответствует каз.-тат. анлаутному *жс* и общемишарскому анлаутному *дз*-, *з*-.

В низовом диалекте *ц’* и *-ц’-* распространены не во всех говорах (во многих им соответствуют общечув. *ч*’ и *-й-*), а именно в тех, которые максимально соприкасались с мишарскими поселениями, и где до недавнего времени существовало двуязычие.

В речи пожилых людей в этих говорах сохраняется слабое озвончение чувашских озвонченных *-к-* [з] и *-т-* [д], они звучат как *-к’-/к-* и *-т’-/т-*.

Выводы

Чувашские диалекты – верховой с выделяющимися северо-западными говорами (малокарачкинский, большекарачкинский, сундырско-козьмодемьянский), средний (или средненизовой) и низовой, являются прямым продолжением не одного, а нескольких (как минимум двух) диалектов «древнечувашского языка» – группы среднебулгарских диалектов, на котором говорила социально обособленная группа болгар, называвшаяся чувашами и сформировавшаяся из чувашей – одной из болгарских народностей, составлявших болгарский народ (булгары, сувары, савиры, берсула, темтюзи, эсегели и чувашаи).

По результатам исследований, проведенных в ходе работы, выяснилось, что северо-западные говоры являются результатом смешения одного из северных говоров «древнечувашского языка» – «заказанско-

го» с «казанским» диалектом «древнечувашского языка» (непосредственным предком верхового диалекта чувашского) и наложением его на местный марийский субстрат, говоривший на горномарийском наречии.

Исследование выполнено в рамках соглашения №14.В37.21.0712 ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России».

Список литературы

1. Желтов П.В. Вопросы реконструкции древнечувашской и среднебулгарской фонетики: критический обзор // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6. – URL: www.science-education.ru/106-7440.
2. Желтов П.В. Древнебулгарская субстратная лексика в тюркских языках // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 7. URL: www.science-education.ru/107-8103.
3. Желтов П.В. К этимологии тюркских указательных местоимений bu и bul 'этот', 'эта', 'это' // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 2. – URL: www.science-education.ru/108-8473.
4. Желтов П.В. Сравнительные исследования чувашского и татарского таксиса // International Journal of Central Asian Studies, Volume 11. Seoul, ISSN 1226-4490, 2006
5. Zheltov P.V. A Comparative analysis of some Chuvash and Tatar case affixes // Turcica. Paris. –2007. – № 38. – P. 325–331.
6. Zheltov P.V., Fomin E., Luutonen J. Reverse Dictionary of Chuvash // Societe Finno-Ugrienne. Helsinki. 2009. – 344 p.

References

1. Zheltov P.V. Voprosy rekonstrukcii drevnечувашской i srednebulgarskoj fonetiki: kriticheskij obzor. Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2012. no. 6. URL: www.science-education.ru/106-7440.
2. Zheltov P.V. Drevnebulgarskaja substratnaja leksika v tjurkskih jazykah. Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2012. no. 7. URL: www.science-education.ru/107-8103.
3. Zheltov P.V. K jetimologii tjurkskih ukazatel'nyh mestoimenij bu i bul 'jetot', 'jeta', 'jeto'. Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2013. no. 2. URL: www.science-education.ru/108-8473.
4. Zheltov P.V. Sravnitel'nye issledovanija chuvashskogo i tatarskogo taksisa. International Journal of Central Asian Studies, Volume 11. Seoul, ISSN 1226-4490, 2006.
5. Zheltov P.V. A Comparative analysis of some Chuvash and Tatar case affixes. Turcica. Paris, 2007. no. 38. pp. 325–331.
6. Zheltov P.V., Fomin E., Luutonen J. Reverse Dictionary of Chuvash. Societe Finno-Ugrienne. Helsinki. 2009. 344 p.

Рецензенты:

Корнилов Г.Е., д.ф.н., профессор, декан филологического факультета, заведующий кафедрой общего и сравнительно-исторического языкознания, ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары;

Мышкина А.Ф., д.ф.н., профессор, зав. кафедрой культурологии и межкультурной коммуникации, ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары.

Работа поступила в редакцию 03.06.2013.

(<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	KN	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 ет-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 негде 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 (подписи руководителя учреждения). Для нерезидентов РФ экспертное заключение не требуется;

- копия документа об оплате.

Оригиналы запрашиваются редакцией при необходимости.

Редакция убедительно просит статьи, размещенные через «Личный портфель», не отправлять дополнительно по электронной почте. В этом случае сроки рассмотрения работы удлиняются (требуется время для идентификации и удаления копий).

16. В одном номере журнала может быть напечатана только одна статья автора (первого автора).

17. В конце каждой статьи указываются сведения о рецензентах: ФИО, ученая степень, звание, должность, место работы, город, рабочий телефон.

18. Журнал издается на средства авторов и подписчиков. **Плата с аспирантов (единственный автор) за публикацию статьи не взимается.** Обязательное представление справки об обучении в аспирантуре, заверенной руководителем учреждения. Оригинал справки с печатью учреждения высылается по почте по адресу: 105037, Москва, а/я 47, Академия естествознания. Сканированные копии справок не принимаются.

19. Представляя текст работы для публикации в журнале, автор гарантирует правильность всех сведений о себе, отсутствие плагиата и других форм неправомерного заимствования в рукописи произведения, надлежащее оформление всех заимствований текста, таблиц, схем, иллюстраций. Авторы опубликованных материалов несут ответственность за подбор и точность приведенных фактов, цитат, статистических данных и прочих сведений.

Редакция не несет ответственность за достоверность информации, приводимой авторами. Автор, направляя рукопись в Редакцию, принимает личную ответственность за оригинальность исследования, поручает Редакции обнародовать произведение посредством его опубликования в печати.

Плагиатом считается умышленное присвоение авторства чужого произведения науки или мыслей 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 – инсульты в анамнезе, наличие ожирения, поражения щитовидной железы, курения, и сопутствующей терапии, в частности, применение амиодарона. Однако у пациентов с сочетанием ишемической болезни сердца и фибрилляции предсердий не установлено существенной зависимости особенностей подбора дозы варфарина от таких характеристик, как пол, возраст, количество сопутствующих заболеваний, наличие желчнокаменной болезни, сахарного диабета II типа, продолжительность аритмии, стойкости фибрилляции предсердий, функционального класса сердечной недостаточности и наличия стенокардии напряжения. По данным непараметрического корреляционного анализа изучаемые нами характеристики периода подбора терапевтической дозы варфарина не были значимо связаны между собой.

Ключевые слова: варфарин, фибрилляция предсердий, международное нормализованное отношение (МНО)

CHARACTERISTICS OF THE PERIOD DOSE TITRATION WARFARIN IN PATIENTS WITH ATRIAL FIBRILLATION. RELATIONSHIP WITH CLINICAL 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 heart 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.

ет-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.asp7nomers> 366 (дата обращения: 17.04.07).

<http://www.nlr.ru/index.html> (дата обращения: 20.02.2007).

Рынок тренингов Новосибирска: своя игра [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<http://nsk.adme.ru/news/2006/07/03/2121.html> (дата обращения: 17.10.08).

Литчфорд Е.У. С Белой Армией по Сибири [Электронный ресурс] // Восточный фронт Армии Генерала А.В. Колчака: сайт. – URL: <http://east-front.narod.ru/memo/latchford.htm> (дата обращения 23.08.2007).

Примеры оформления ссылок и приставных списков литературы на латинице:
На библиографические записи на латинице не используются разделительные знаки, применяемые в российском ГОСТе («//» и «—»).

Составляющими в библиографических ссылках являются фамилии всех авторов и названия журналов.

Статьи из журналов:

Zagurenko A.G., Korotovskikh V.A., Kolesnikov A.A., Timonov A.V., Kardymon D.V. *Neftyanoe khozyaistvo – Oil Industry*, 2008, no. 11, pp. 54–57.

Dyachenko, V.D., Krivokolysko, S.G., Nesterov, V.N., and Litvinov, V.P., *Khim. Geterotsikl. Soedin.*, 1996, no. 9, p. 1243

Статьи из электронных журналов описываются аналогично печатным изданиям с дополнением данных об адресе доступа.

Пр и м е р описания статьи из электронного журнала:

Swaminathan V., Lepkoswka-White E., Rao B.P., *Journal of Computer-Mediated Communication*, 1999, Vol. 5, No. 2, available at: www.ascusc.org/jcmc/vol5/issue2.

Материалы конференций:

Usmanov T.S., Gusmanov A.A., Mullagalin I.Z., Muhametshina R.Ju., Chervyakova A.N., Sveshnikov A.V. *Trudy 6 Mezhdunarodnogo Simpoziuma «ovye resursosberegayushchie tekhnologii nedropol'zovaniya i povysheniya neftegazootdachi»* (Proc. 6th Int. Technol. Symp. «New energy saving subsoil technologies and the increasing of the oil and gas impact»). Moscow, 2007, pp. 267–272.

Главное в описаниях конференций – название конференции на языке оригинала (в транслитерации, если нет ее английского названия), выделенное курсивом. В скобках дается перевод названия на английский язык. Выходные данные (место проведения конференции, место издания, страницы) должны быть представлены на английском языке.

Книги (монографии, сборники, материалы конференций в целом):

Belaya kniga po nanotekhnologiyam: issledovaniya v oblasti nanochastits, nanostruktur i nanokompozitov v Rossiiskoi Federatsii (po materialam Pervogo Vserossiiskogo soveshchaniya uchenykh, inzhenerov i proizvoditelei v oblasti nanotekhnologii [White Book in Nanotechnologies: Studies in the Field of Nanoparticles, Nanostructures and Nanocomposites in the Russian Federation: Proceedings of the First All-Russian Conference of Scientists, Engineers and Manufacturers in the Field of Nanotechnology]. Moscow, LKI, 2007.

Nenashev M.F. *Poslednee pravitel'tvo SSSR* [Last government of the USSR]. Moscow, Krom Publ., 1993. 221 p.

From disaster to rebirth: the causes and consequences of the destruction of the Soviet Union [Ot katastrofy k vrozozhdeniju: prichiny i posledstviya razrusheniya SSSR]. Moscow, HSE Publ., 1999. 381 p.

Kanevskaya R.D. *Matematicheskoe modelirovanie gidrodinamicheskikh protsessov razrabotki mestorozhdenii uglevodorodov* (Mathematical modeling of hydrodynamic processes of hydrocarbon deposit development). Izhevsk, 2002. 140 p.

Latyshev, V.N., *Tribologiya rezaniya. Kn. 1: Friksionnye protsessy pri rezanie metallov* (Tribology of Cutting, Vol. 1: Frictional Processes in Metal Cutting), Ivanovo: Ivanovskii Gos. Univ., 2009.

Ссылка на ет-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:
 Taganrofskij 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=hdac5rtdk73ae013ofk4g8nrv1>.

*(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 настоящее время существует достаточно много бесплатных программ для создания общепринятых в мировой практике библиографических описаний на латинице.

Ниже приведены несколько ссылок на такие сайты:

<http://www.easybib.com/>

<http://www.bibme.org/>

<http://www.sourceaid.com/>

При составлении списков литературы для зарубежных БД важно понимать, что чем больше будут ссылки на российские источники соответствовать требованиям, предъявляемым к иностранным источникам, тем легче они будут восприниматься системой. И чем лучше в ссылках будут представлены авторы и названия журналов (и других источников), тем точнее будут статистические и аналитические данные о них в системе SCOPUS.

Ниже приведены примеры ссылок на российские публикации в соответствии с вариантами описанными выше.

Статьи из журналов:

Zagurenko A.G., Korotovskikh V.A., Kolesnikov A.A., Timonov A.V., Kardymon D.V. *Neftyanoe khozyaistvo – Oil Industry*, 2008, no. 11, pp. 54–57.

Dyachenko, V.D., Krivokolysko, S.G., Nesterov, V.N., and Litvinov, V.P., *Khim. Geterotsikl. Soedin.*, 1996, no. 9, p. 1243

Статьи из электронных журналов описываются аналогично печатным изданиям с дополнением данных об адресе доступа.

Пр и м е р описания статьи из электронного журнала:

Swaminathan V., Lepkoswka-White E., Rao B.P., *Journal of Computer-Mediated Communication*, 1999, Vol. 5, No. 2, available at: www.ascusc.org/jcmc/vol5/issue2.

Материалы конференций:

Usmanov T.S., Gusmanov A.A., Mullagalin I.Z., Muhametshina R.Ju., Chervyakova A.N., Sveshnikov A.V. *Trudy 6 Mezhdunarodnogo Simpoziuma «ovyе resursosbergayushchie tekhnologii nedropol'zovaniya i povysheniya neftegazootdachi»* (Proc. 6th Int. Technol. Symp. «New energy saving subsoil technologies and the increasing of the oil and gas impact»). Moscow, 2007, pp. 267–272.

Главное в описаниях конференций – название конференции на языке оригинала (в транслитерации, если нет ее английского названия), выделенное курсивом. В скобках дается перевод названия на английский язык. Выходные данные (место проведения конференции, место издания, страницы) должны быть представлены на английском языке.

Книги (монографии, сборники, материалы конференций в целом):

Belaya kniga po nanotekhnologiyam: issledovaniya v oblasti nanochastits, nanostruktur i nanokompozitov v Rossiiskoi Federatsii (po materialam Pervogo Vserossiiskogo soveshchaniya uchenykh, inzhenerov i proizvoditelei v oblasti nanotekhnologii [White Book in Nanotechnologies: Studies in the Field of Nanoparticles, Nanostructures and Nanocomposites in the Russian Federation: Proceedings of the First All-Russian Conference of Scientists, Engineers and Manufacturers in the Field of Nanotechnology]. Moscow, LKI, 2007.

Nenashev M.F. *Poslednee pravitel'tvo SSSR* [Last government of the USSR]. Moscow, Krom Publ., 1993. 221 p.

From disaster to rebirth: the causes and consequences of the destruction of the Soviet Union [Ot katastrofy k vrozozhdeniju: prichiny i posledstviya razrusheniya SSSR]. Moscow, HSE Publ., 1999. 381 p.

Kanevskaya R.D. *Matematicheskoe modelirovanie gidrodinamicheskikh protsessov razrabotki mestorozhdenii uglevodorodov* (Mathematical modeling of hydrodynamic processes of hydrocarbon deposit development). Izhevsk, 2002. 140 p.

Latyshev, V.N., *Tribologiya rezaniya. Kn. 1: Friksionnye protsessy pri rezanie metallov* (Tribology of Cutting, Vol. 1: Frictional Processes in Metal Cutting), Ivanovo: Ivanovskii Gos. Univ., 2009.

Ссылка на ет-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
ВИНИТИ РАН члена Экспертного совета (CSAB) БД SCOPUS)*

Оплата издательских расходов составляет:

3500 руб. – для физических лиц;

4200 руб. – для юридических лиц.

Для оформления финансовых документов на юридические лица просим предоставлять ФИО директора или иного лица, уполномоченного подписывать договор, телефон (обязательно), реквизиты организации.

Банковские реквизиты:

Получатель: ООО «Организационно-методический отдел Академии Естествознания» или ООО «Оргметодотдел АЕ»*

*** Просим указывать только одно из предоставленных названий организации. Иное сокращение наименования организации получателя не допускается. При ином сокращении наименования организации денежные средства не будут получены на расчетный счет организации!!!**

ИНН 6453117343

КПП 645301001

р/с 40702810300540002324

Банк получателя: Саратовский филиал ОАО «Банк Москвы»

к/с 30101810300000000836

БИК 046311836

Назначение платежа*: Издательские услуги. Без НДС. ФИО автора.

***В случае иной формулировки назначения платежа будет осуществлен возврат денежных средств!**

Копия платежного поручения высылается через «Личный портфель автора», по e-mail: edition@rae.ru или по факсу +7 (8452)-47-76-77.

**Библиотеки, научные и информационные организации,
получающие обязательный бесплатный экземпляр печатных изданий**

№	Наименование получателя	Адрес получателя
1.	Российская книжная палата	121019, г. Москва, Кремлевская наб., 1/9
2.	Российская государственная библиотека	101000, г. Москва, ул.Воздвиженка, 3/5
3.	Российская национальная библиотека	191069, г. Санкт-Петербург, ул. Садовая, 18
4.	Государственная публичная научно-техническая библиотека Сибирского отделения Российской академии наук	630200, г. Новосибирск, ул. Восход, 15
5.	Дальневосточная государственная научная библиотека	680000, г. Хабаровск, ул. Муравьева-Амурского, 1/72
6.	Библиотека Российской академии наук	199034, г. Санкт-Петербург, Биржевая линия, 1
7.	Парламентская библиотека аппарата Государственной Думы и Федерального собрания	103009, г. Москва, ул.Охотный ряд, 1
8.	Администрация Президента Российской Федерации. Библиотека	103132, г. Москва, Старая пл., 8/5
9.	Библиотека Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова	119899, г. Москва, Воробьевы горы
10.	Государственная публичная научно-техническая библиотека России	103919, г. Москва, ул.Кузнецкий мост, 12
11.	Всероссийская государственная библиотека иностранной литературы	109189, г. Москва, ул. Николяямская, 1
12.	Институт научной информации по общественным наукам Российской академии наук	117418, г. Москва, Нахимовский пр-т, 51/21
13.	Библиотека по естественным наукам Российской академии наук	119890, г. Москва, ул.Знаменка 11/11
14.	Государственная публичная историческая библиотека Российской Федерации	101000, г. Москва, Центр, Старосадский пер., 9
15.	Всероссийский институт научной и технической информации Российской академии наук	125315, г. Москва, ул.Усиевича, 20
16.	Государственная общественно-политическая библиотека	129256, г. Москва, ул.Вильгельма Пика, 4, корп. 2
17.	Центральная научная сельскохозяйственная библиотека	107139, г. Москва, Орликов пер., 3, корп. В
18.	Политехнический музей. Центральная политехническая библиотека	101000, г. Москва, Политехнический пр-д, 2, п.10
19.	Московская медицинская академия имени И.М. Сеченова, Центральная научная медицинская библиотека	117418, г. Москва, Нахимовский пр-кт, 49
20.	ВИНИТИ РАН (отдел комплектования)	125190, г. Москва, ул. Усиевича,20, комн. 401.

ЗАКАЗ ЖУРНАЛА «ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ»

Для приобретения журнала необходимо:

1. Оплатить заказ.
2. Заполнить форму заказа журнала.
3. Выслать форму заказа журнала и сканкопию платежного документа в редакцию журнала по e-mail: edition@rae.ru.

Стоимость одного экземпляра журнала (с учетом почтовых расходов):

Для физических лиц – 1150 рублей

Для юридических лиц – 1850 рублей

Для иностранных ученых – 1850 рублей

ФОРМА ЗАКАЗА ЖУРНАЛА

Информация об оплате способ оплаты, номер платежного документа, дата оплаты, сумма	
Сканкопия платежного документа об оплате	
ФИО получателя полностью	
Адрес для высылки заказной корреспонденции индекс обязательно	
ФИО полностью первого автора запрашиваемой работы	
Название публикации	
Название журнала, номер и год	
Место работы	
Должность	
Ученая степень, звание	
Телефон указать код города	
E-mail	

Образец заполнения платежного поручения:

Получатель ИНН 6453117343 КПП 645301001 ООО «Организационно-методический отдел» Академии Естествознания		
	Сч. №	40702810300540002324
	БИК	046311836
Банк получателя Саратовский филиал ОАО «Банк Москвы»	к/с	30101810300000000836

НАЗНАЧЕНИЕ ПЛАТЕЖА: «ИЗДАТЕЛЬСКИЕ УСЛУГИ. БЕЗ НДС. ФИО»

Особое внимание обратите на точность почтового адреса с индексом, по которому вы хотите получать издания. На все вопросы, связанные с подпиской, Вам ответят по телефону: 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.

ОБРАЗЕЦ КВИТАНЦИИ



Извещение	СБЕРБАНК РОССИИ		Форма № ПД-4
	ООО «Организационно-методический отдел»		
	Академии Естествознания		
	(наименование получателя платежа)		
	ИНН 6453117343	40702810300540002324	
	(ИНН получателя платежа)	(номер счёта получателя платежа)	
	Саратовский филиал ОАО «Банк Москвы»		
	(наименование банка получателя платежа)		
	БИК 046311836	30101810300000000836	
	КПП 645301001	(№ кор./сч. банка получателя платежа)	
	Ф.И.О. плательщика _____		
	Адрес плательщика _____		
	Подписка на журнал « _____ »		
	(наименование платежа)		
	Кассир	Сумма платежа _____ руб. _____ коп.	
Итого _____ руб. _____ коп.		«_____» _____ 201__ г.	
С условиями приёма указанной в платёжном документе суммы, в т.ч. суммой взимаемой платы за услуги банка, ознакомлен и согласен			
Подпись плательщика _____			
СБЕРБАНК РОССИИ			
Форма № ПД 4			
ООО «Организационно-методический отдел»			
Академии Естествознания			
(наименование получателя платежа)			
ИНН 6453117343		40702810300540002324	
(ИНН получателя платежа)	(номер счёта получателя платежа)		
Саратовский филиал ОАО «Банк Москвы»			
(наименование банка получателя платежа)			
БИК 046311836	30101810300000000836		
КПП 645301001	(№ кор./сч. банка получателя платежа)		
Ф.И.О. плательщика _____			
Адрес плательщика _____			
Подписка на журнал « _____ »			
(наименование платежа)			
Кассир	Сумма платежа _____ руб. _____ коп.		Сумма оплаты за услуги _____ руб. _____ коп.
	Итого _____ руб. _____ коп.		«_____» _____ 201__ г.
	С условиями приёма указанной в платёжном документе суммы, в т.ч. суммой взимаемой платы за услуги банка, ознакомлен и согласен		
	Подпись плательщика _____		