

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ № 11 2014
Часть 11
Научный журнал

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

Журнал включен
в Перечень ВАК ведущих
рецензируемых
научных журналов

Журнал основан в 2003 г.
ISSN 1812-7339

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

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

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

Директор
к.м.н. Стукова Н.Ю.

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

Подписано в печать 05.12.2014

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

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

Усл. печ. л. 28,13
Тираж 1000 экз. Заказ ФИ 2014/11
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 Арютлов Б.А. (Нижний Новгород)
д.т.н., профессор Бичурин М.И. (Великий Новгород)
д.т.н., профессор Бошенятов Б.В. (Москва)
д.т.н., профессор Важенин А.Н. (Нижний Новгород)
д.т.н., профессор Гилёв А.В. (Красноярск)
д.т.н., профессор Гоц А.Н. (Владимир)
д.т.н., профессор Грызлов В.С. (Череповец)
д.т.н., профессор Захарченко В.Д. (Волгоград)
д.т.н., профессор Кирьянов Б.Ф. (Великий Новгород)
д.т.н., профессор Клевцов Г.В. (Оренбург)
д.т.н., профессор Корячкина С.Я. (Орел)
д.т.н., профессор Косинцев В.И. (Томск)
д.т.н., профессор Литвинова Е.В. (Орел)
д.т.н., доцент Лубенцов В.Ф. (Ульяновск)
д.т.н., ст. науч. сотрудник Мишин В.М. (Пятигорск)
д.т.н., профессор Мухопад Ю.Ф. (Иркутск)
д.т.н., профессор Нестеров В.Л. (Екатеринбург)
д.т.н., профессор Пачурин Г.В. (Нижний Новгород)
д.т.н., профессор Пен Р.З. (Красноярск)
д.т.н., профессор Попов Ф.А. (Бийск)
д.т.н., профессор Пындак В.И. (Волгоград)
д.т.н., профессор Рассветалов Л.А. (Великий Новгород)
д.т.н., профессор Салихов М.Г. (Йошкар-Ола)
д.т.н., профессор Сечин А.И. (Томск)

Геолого-минералогические науки

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

Искусствоведение

д. искусствоведения Казанцева Л.П. (Астрахань)

Филологические науки

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

Физико-математические науки

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

Экономические науки

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

THE PUBLISHING HOUSE «ACADEMY OF NATURAL HISTORY»

THE FUNDAMENTAL RESEARCHES

№ 11 2014
Part 11
Scientific journal

The journal is based in 2003

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

EDITORS-IN-CHIEF

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

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

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

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

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

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

Senior Director and Publisher

Bizenkova M.N.

THE PUBLISHING HOUSE
«ACADEMY OF NATURAL HISTORY»

THE PUBLISHING HOUSE «ACADEMY OF NATURAL HISTORY»

EDITORIAL BOARD

Medical sciences

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

Pedagogical sciences

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

Chemical sciences

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

Technical sciences

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

Art criticism

Kazantseva L.P. (Astrakhan)

Economic sciences

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

Philological sciences

Gadzhiahmedov A.E. (Dagestan)

Geologo-mineralogical sciences

Lebedev V.I. (Kyzyl)

Physical and mathematical sciences

Krishtop V.V. (Khabarovsk)

Foreign members of an editorial board

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

СОДЕРЖАНИЕ

Технические науки

АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДАТЧИКОВ УСКОРЕНИЯ <i>Артемьева Е.А., Денисов Ю.В.</i>	2345
ИНТЕНСИФИКАЦИЯ НАГРУЗОЧНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ АППАРАТНОГО МОДУЛЯ, ПОСТРОЕННОГО НА БАЗЕ ПЛИС <i>Бородин А.А.</i>	2350
ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ РЕГИОНАЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ ТЕЛЕМЕДИЦИНЫ <i>Горюнова В.В., Горюнова Т.И., Жияев П.С.</i>	2355
МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЛАКСАЦИИ НАПРЯЖЕНИЯ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПОСТОЯННОЙ ДЕФОРМАЦИИ <i>Железняков А.С., Шеромова И.А., Старкова Г.П.</i>	2360
ПРАКТИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕЛЕКОНСУЛЬТАЦИОННЫХ ЦЕНТРОВ НЕВРОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ <i>Кухтевич И.И., Горюнова В.В., Горюнова Т.И.</i>	2365
КОМПЛЕКС КРИТЕРИЕВ И АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ СОЗДАНИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ НАРУЖНЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ <i>Ломакин В.В., Лифиренко М.В., Асадуллаев Р.Г.</i>	2370
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТРАЖЕНИЯ НЕСТАЦИОНАРНЫХ УПРУГИХ ВОЛН НАПРЯЖЕНИЙ В ВИДЕ ТРЕУГОЛЬНОГО ИМПУЛЬСА ОТ СВОБОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПЛАСТИНКИ <i>Мусаев В.К., Ситник С.В., Тарасенко А.А., Ситник В.Г., Зюбина М.В.</i>	2375
ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ФОРСУНОК ПО ИЗМЕНЕНИЮ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА ТОПЛИВНОЙ СМЕСИ <i>Плаксин А.М., Гриценко А.В., Глемба К.В., Бакайкин Д.Д., Хвостов С.П., Абросимов Д.А., Цыганов К.А., Власов Д.Б.</i>	2380
АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КРИТИЧЕСКИХ ДЕФЕКТОВ МАГНИТНОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТА НА ЕГО ВЕБЕР-АМПЕРНУЮ ХАРАКТЕРИСТИКУ <i>Шайхутдинов Д.В., Горбатенко Н.И., Широков К.М., Дубров В.И., Ахмедов Ш.В., Леухин Р.И., Стеценко И.А.</i>	2385
ЭЛЕМЕНТЫ РОБОТИЗАЦИИ В ЭЛЕКТРОЛИЗЕ АЛЮМИНИЯ <i>Шанин И.М.</i>	2390
ДОБАВКА В АСФАЛЬТОБЕТОННЫЕ СМЕСИ ДЛЯ ПРОДЛЕНИЯ СЕЗОНА ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА <i>Ядыкина В.В., Гридчин А.М., Холопов В.С., Траутвайн А.И.</i>	2395

Физико-математические науки

ВЛИЯНИЕ ЗАПАЗДЫВАНИЯ ТОКА В ВАКУУМНОМ ДИОДЕ ЭЛЕКТРОННОГО УСКОРИТЕЛЯ НА ПАРАМЕТРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИМПУЛЬСОВ УСКОРЯЮЩЕГО НАПРЯЖЕНИЯ <i>Егоров И.С., Ежов В.В., Полосков А.В.</i>	2400
--	------

Химические науки**ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЗОЛОТО-МЫШЬЯКОВИСТОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ БАКЫРЧИК ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА***Канаева З.К., Канаев А.Т., Семенченко Г.В.*2405**ОБЪЕМНЫЕ СВОЙСТВА ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ПОЛИЭТИЛЕНГЛИКОЛЕЙ
РАЗЛИЧНОЙ МОЛЕКУЛЯРНОЙ МАССЫ***Масимов Э.А., Багиров Т.О., Оджагвердиева С.Я.*2411**КИНЕТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ АНТИОКСИДАНТНЫХ
СВОЙСТВ КАПОТЕНА***Перевозкина М.Г.*2416**Биологические науки****ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА КАЧЕСТВО ПРИБРЕЖНЫХ
ВОД РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН ПРИМОРСКОГО КРАЯ***Бузолева Л.С., Богатыренко Е.А., Голозубова Ю.С., Ким А.В.*2423**ФАКТОРЫ, СПОСОБСТВУЮЩИЕ ВЫЖИВАНИЮ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ
САПРОЗООНОЗОВ В МОРСКОЙ СРЕДЕ***Бузолева Л.С., Кривошеева А.М., Богатыренко Е.А., Ким А.В.*2426**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МИКРОБИОЦЕНОЗОВ КИШЕЧНИКА
ЛОСОСЕВИДНЫХ РЫБ С РАЗНЫМИ ПИЩЕВЫМИ СТРАТЕГИЯМИ***Дзюба Е.В., Суханова Е.В., Деникина Н.Н., Белькова Н.Л.*2429**ПОЧВЕННО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ
МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА МЁДА***Кайгородов Р.В., Кулешова Т.С.*2434**ИЗМЕНЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПШЕНИЦЕ
ПОД ДЕЙСТВИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ ЖЕЛЕЗА
С ГУМИНОВЫМИ КИСЛОТАМИ***Лебедев С.В., Осипова Е.А.*2438**ФИЗИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ КАК ФАКТОР, ВЛИЯЮЩИЙ НА ВЕГЕТАТИВНЫЙ
СТАТУС ДЕВУШЕК, ПРОЖИВАЮЩИХ В СЕВЕРНОМ РЕГИОНЕ***Сафонова В.Р., Шаламова Е.Ю., Багнетова Е.А.*2443**ИНТРОДУКЦИОННОЕ РАССЕЛЕНИЕ ВИДА РОТАН-ГОЛОВЕШКА
(*PERCOTTUS GLENNI DUBOWSKI*, 1877) В ПОЙМЕННО-РУСЛОВОМ
КОМПЛЕКСЕ НИЖНЕГО ИРТЫША***Чемагин А.А.*2449**ЭКСПРЕССИЯ СИЛИКАТЕИНОВ НА МОДЕЛЬНОЙ КЛЕТОЧНОЙ
КУЛЬТУРЕ ПРИММОРФ БАЙКАЛЬСКОЙ ГУБКИ
*LUBOMIRSKIA BAICALENSIS****Черногор Л.И., Кондратов И.Г., Кулакова Н.В., Деникина Н.Н., Беликов С.И.*2455**Географические науки****ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО
РАЗВИТИЯ: КАРТОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЙ
РЕГИОНАЛЬНЫХ ДИСПРОПОРЦИЙ***Родионова И.А., Нюсупова Г.Н.*2460

Геолого-минералогические науки

НЕКОТОРЫЕ ВАЖНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО
СОСТАВА ШАХТНЫХ ВОД В ВОСТОЧНОМ ДОНБАССЕ

Гавришин А.И.2465

Фармацевтические науки

ВЛИЯНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО ПРЕПАРАТА АМКЕСОЛ
НА МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЛЕГОЧНОЙ ТКАНИ
ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ БРОНХОАЛЬВЕОЛИТЕ

Стороженко Е.В., Наумова О.В., Звягинцева Т.В.2471

Экономические науки

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ЭКСПЕРТНОГО ОЦЕНИВАНИЯ
ПРИ ДИНАМИЧЕСКОМ НЕЧЕТКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕГИОНА
И ИХ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ

Егорова И.Е., Костикова А.В.2476

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА
КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКИ:
ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Мирзоева Ф.М., Бачиев Р.А., Гонганчиев Р.М.2481

ОСОБЕННОСТИ ТЕРРИТОРИАЛЬНО-ОТРАСЛЕВОЙ СТРУКТУРЫ
ПРОИЗВОДСТВА КБР И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ЭКОСИСТЕМУ

Мирзоева Ф.М., Бачиев Р.А., Гонганчиев Р.М.2485

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ РЕФИНАНСИРОВАНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО
БАНКА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ (БАНКА РОССИИ)

Родичева В.Б.2489

ИННОВАЦИОННАЯ ВОСПРИИМЧИВОСТЬ РАБОТНИКОВ ОРГАНИЗАЦИИ

Рудалева И.А., Кабашева И.А.2495

РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ И
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ СОЦИО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ
НА ОСНОВЕ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДИНАМИЧЕСКИХ
ЭКСПЕРТНЫХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ

Терелянский П.В., Гасаналиева Е.Г.2499

Педагогические науки

ТЕХНОЛОГИИ РЕАЛИЗАЦИИ КОММУНИКАТИВНОГО ПОДХОДА
В ВУЗЕ СПОРТИВНОГО ПРОФИЛЯ

Бганцева И.В., Боженова Н.А., Кириллова Е.Б.2505

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЕГЭ ПО МАТЕМАТИКЕ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ
В СИСТЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ

Кисельников И.В.2510

ВЕДУЩИЕ ИДЕИ, ЗАКОНОМЕРНОСТИ И ПРИНЦИПЫ РАЗВИТИЯ
КУЛЬТУРЫ ТВОРЧЕСКОЙ САМОРЕАЛИЗАЦИИ БУДУЩИХ ПЕДАГОГОВ
ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

Похорюков О.Ю., Милинис О.А.2515

КОНЦЕПЦИЯ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ СТУДЕНТОВ ЭКОНОМИЧЕСКИХ
СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ НА ОСНОВЕ РЕАЛИЗАЦИИ
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ ЗНАНИЙ

Смирнова Е.Е.2519

Психологические науки

ДИНАМИКА СТРУКТУРЫ ПАТОЛОГИЧЕСКОГО КЛИМАКТЕРИЯ
У ЖЕНЩИН ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ АКМЕОЛОГИЧЕСКОГО ТРЕНИНГА

Пахомов А.А., Гайдуков С.Н., Белов В.Г., Парфенов Ю.А.,
Нехвядович Э.А., Дьяконов М.М.2524

ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ УСПЕШНОЙ ШКОЛЬНОЙ
АДАПТАЦИИ ДЕТЕЙ С СИНДРОМОМ ДЕФИЦИТА ВНИМАНИЯ
С ГИПЕРАКТИВНОСТЬЮ НА ИНДИВИДУАЛЬНОМ
И СЕМЕЙНОМ УРОВНЯХ

Семакова Е.В.2529

Исторические науки

МАТЕРИАЛЫ ИЗБИРАТЕЛЬНЫХ КОМИССИЙ 1923–1929 ГГ. СОВЕТОВ РАБОЧИХ,
КРЕСТЬЯНСКИХ И КРАСНОАРМЕЙСКИХ ДЕПУТАТОВ ТЮМЕНСКОГО
ОКРУГА КАК ИСТОЧНИК

Скипина И.В.2533

Филологические науки

ТЕКСТОВОЕ ПРОСТРАНСТВО МНОГОЗНАЧНОГО
ПРОИЗВОДНОГО СЛОВА

Араева Л.А., Евсеева И.В.2537

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ2542

CONTENTS

Technical sciences

ANALYSIS FUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF ACCELERATION SENSORS <i>Artemeva E.A., Denisov Y.V.</i>	2345
THE INTENSIFICATION OF LOAD TESTING BY USING FPGA-BASED HARDWARE <i>Borodin A.A.</i>	2350
THE FEATURES OF IMPLEMENTATION OF REGIONAL TELEMEDICINE CENTERS <i>Goryunova V.V., Goryunova T.I., Zhilyaev P.S.</i>	2355
MODELING OF TENSION RELAXATION OF COMPOSITE MATERIALS AT CONSTANT DEFORMATION <i>Zheleznyakov A.S., Sheromova I.A., Starkova G.P.</i>	2360
PRACTICE OF DESIGN AND USE OF CENTRES TELECONSULTATION NEUROLOGY <i>Kukhtevich I.I., Goryunova V.V., Goryunova T.I.</i>	2365
SET OF CRITERIA AND ALGORITHMIC SUPPORT FOR DECISION-MAKING IN CONTROL SYSTEMS OF EXTERNAL LIGHTING <i>Lomakin V.V., Lifirenko M.V., Asadullaev R.G.</i>	2370
MATHEMATICAL MODELLING OF NON-STATIONARY ELASTIC REFLECTION OF STRESS WAVES IN THE FORM OF A TRIANGULAR PULSE FROM THE FREE SURFACE OF A PLATE <i>Musaev V.K., Sitnik S.V., Tarasenko A.A., Sitnik V.G., Zyubina M.V.</i>	2375
DIAGNOSING SOLENOID INJECTORS TO CHANGE THE QUALITATIVE COMPOSITION OF THE FUEL MIXTURE <i>Plaksin A.M., Gritsenko A.V., Glemba K.V., Bakaykin D.D., Khvostov S.P., Abrosimov D.A., Tsyganov K.A., Vlasov D.B.</i>	2380
ANALYSIS OF INFLUENCE OF CRITICAL MAGNETIC SYSTEM DEFECTS OF ELECTROMAGNET TO FLUX-CURRENT CHARACTERISTIC <i>Shaykhutdinov D.V., Gorbatenko N.I., Shirokov K.M., Dubrov V.I., Akhmedov S.V., Leukhin R.I., Stetsenko I.A.</i>	2385
ELEMENTS OF ROBOTICS IN ALUMINUM ELECTROLYSIS <i>Shanin I.M.</i>	2390
ADDITIVE IN ASPHALT MIXTURES FOR EXTENDING SEASON ROAD CONSTRUCTION <i>Yadykina V.V., Gridchin A.M., Kholopov V.S., Trautvain A.I.</i>	2395

Physical and mathematical sciences

INFLUENCE OF THE CURRENT DELAY TIME IN A VACUUM DIODE OF AN ELECTRON ACCELERATOR ON THE FORMATION OF THE ACCELERATING VOLTAGE PULSES <i>Egorov I.S., Ezhov V.V., Poloskov A.V.</i>	2400
---	------

Chemical sciences

GEOLOGICAL STRUCTURE OF GOLD-ARSENICAL BAKYRCHIK DEPOSIT EASTERN KAZAKHSTAN <i>Kanaeva Z.K., Kanaev A.T., Semenchenko G.V.</i>	2405
--	------

VOLUMETRIC PROPERTIES OF AQUEOUS SOLUTIONS
OF POLYETHYLENEGLYCOLS IN DIFFERENT
MOLECULAR WEIGHT

Masimov E.A., Bagirov T.O., Odzhagverdieva S.Y.2411

KINETIC METHODS TO TEST THE ANTIOXIDANT PROPERTIES
OF CAPOTEN

Perevozkina M.G.2416

Biological sciences

THE INFLUENCE OF ANTHROPOGENOUS POLLUTION ON QUALITY
OF COASTAL WATERS OF RECREATIONAL ZONES OF PRIMORSKY KRAI

Buzoleva L.S., Bogatyrenko E.A., Golozubova Y.S., Kim A.V.2423

HABITATION OF SAPROZONOSIS AGENTS IN THE MARINE ENVIRONMENT

Buzoleva L.S., Krivosheeva A.M., Bogatyrenko E.A., Kim A.V.2426

COMPARATIVE ANALYSIS OF GUT MICROBIOCENOSSES OF SALMONID
FISH WITH DIFFERING FEEDING STRATEGIES

Dzyuba E.V., Sukhanova E.V., Denikina N.N., Belkova N.L.2429

SOIL-GEOCHEMICAL FACTORS OF FORMATION MINERAL
CONTENT OF HONEY

Kaygorodov R.V., Kuleshova T.S.2434

CHANGING THE QUANTITY OF HEAVY METALS IN WHEAT
UNDER DIFFERENT FORMS OF IRON WITH HUMIC ACID

Lebedev S.V., Osipova E.A.2438

PHYSICAL ACTIVITY AS A FACTOR INFLUENCING THE VEGETATIVE
STATUS OF GIRLS LIVING IN THE NORTHERN REGION

Safonova V.R., Shalamova E.Y., Bagnetova E.A.2443

INVASION RESETTLEMENT OF AMUR-SLEEPER (PERCCOTTUS
GLENII DYBOWSKI, 1877) IN THE FLOODPLAIN – OF CHANNEL COMPLEX
OF THE LOWER IRTYSH

Chemagin A.A.2449

EXPRESSION OF SILICATEINS ON THE MODEL CELL CULTURE
OF PRIMMORPHS FROM BAIKALIAN SPONGE LIBOMIRSKIA BAICALENSIS

Chernogor L.I., Kondratov I.G., Kulakova N.V., Denikina N.N., Belikov S.I.2455

Geographical sciences

SPATIAL REGULARITIES OF ECONOMIC DEVELOPMENT:
CARTOGRAPHIC METHODS OF STUDY OF REGIONAL DISPARITIES

Rodionova I.A., Nyusupova G.N.2460

Geological-mineralogical sciences

SOME IMPORTANT TRENDS OF FORMING OF THE CHEMICAL
COMPOSITION OF MINE WATERS IN THE EASTERN DONETS BASIN

Gavrishin A.I.2465

Pharmaceutical sciences

EFFECT OF AMKESOL ON MORPHOLOGICAL PORPERTIS OF LUNG TISSUE
IN EXPERIMENTAL BRONCHOALVEOLITIS IN RATS

Storozhenko E.V., Naumova O.V., Zvyagintseva T.V.2471

Economic sciences

FORMALIZATION OF EXPERT ESTIMATION IN DYNAMIC FUZZY MODELING
OF REGIONAL SOCIO-ECONOMIC INDICATORS AND THEIR INTERRELATIONS

Egorova I.E., Kostikova A.V.2476

ANALYSIS OF A CONDITION OF AN ECONOMIC COMPLEX
OF KABARDINO-BALKAR REPUBLIC: EKOLOGO-GEOGRAPHICAL ASPECT

Mirzoeva F.M., Bachiev R.A., Gongapshev R.M.2481

FEATURES TERRITORIALY – BRANCH STRUCTURE OF PRODUCTION
KBR AND ITS INFLUENCE ON AN ECOSYSTEM

Mirzoeva F.M., Bachiev R.A., Gongapshev R.M.2485

TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF THE SYSTEM OF REFINANCING
OF THE CENTRAL BANK OF THE RUSSIAN FEDERATION
(BANK OF RUSSIA)

Rodicheva V.B.2489

INNOVATIVE SUSCEPTIBILITY WORKERS ORGANIZATIONS

Rudaleva I.A., Kabasheva I.A.2495

DEVELOPMENT OF TOOLS FOR RESEARCH AND PREDICT
THE DYNAMICS OF SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS BASED
ON MULTI-CRITERIA ANALYSIS DYNAMIC
EXPERT PREFERENCES

Terelyanskiy P.V., Gasanalieva E.G.2499

Pedagogical sciences

THE TECHNOLOGIES OF REALIZATION OF COMMUNICATIVE APPROACH
AT THE HIGHER INSTITUTION OF PHYSICAL EDUCATION AND SPORT

Bgantseva I.V., Bozhenova N.A., Kirillova E.B.2505

ANALYSIS OF RESULTS IN MATHEMATICS EXAM IN THE ALTAI REGION
IN THE SYSTEM TO ENSURE THE QUALITY OF TEACHING MATHEMATICS

Kiselnikov I.V.2510

LEADING IDEAS, PATTERNS AND PRINCIPLES FOR THE DEVELOPMENT
OF CULTURE AND CREATIVE SELF-REALIZATION OF FUTURE
TEACHERS OF PHYSICAL CULTURE

Pokhorukov O.Y., Milinis O.A.2515

THE CONCEPT OF TEACHING MATHEMATICS TO STUDENTS OF ECONOMIC
SPECIALTIES BASED ON MULTIDISCIPLINARY KNOWLEDGE

Smirnova E.E.2519

Psychological sciencesDYNAMICS OF STRUCTURE PATHOLOGICAL MENOPAUSAL FEMALES
ON EXPOSURE AKMEOLOGICAL TRAINING

*Pakhomov A.A., Gaydukov S.N., Belov V.G., Parfenov Y.A.,
Nekhyadovich E.A., Dyakonov M.M.*2524

PSYCHOLOGICAL SUPPORT SUCCESSFUL ADAPTATION
TO SCHOOL CHILDREN WITH ATTENTION DEFICIT DISORDER
WITH HYPERACTIVITY AT THE INDIVIDUAL AND FAMILY LEVELS

Semakova E.V.2529

Historical sciencesMATERIALS OF ELECTION COMMISSIONS (1923–1929). THE SOVIETS
OF WORKERS', PEASANTS ' AND RED ARMY DEPUTIES
OF THE TYUMEN REGION AS THE SOURCE

Skipina I.V.2533

Philological sciences

TEXTUAL SPACE OF POLYSEMANTIC DERIVATIVES

Araeva L.A., Evseeva I.V.2537

RULES FOR AUTHORS.....2542

УДК 621.039.564

АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДАТЧИКОВ УСКОРЕНИЯ

Артемяева Е.А., Денисов Ю.В.

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет

им. первого Президента России Б.Н. Ельцина», Екатеринбург, e-mail: artemievammi@gmail.com

Рассмотрены прецизионные, вибрационные приборы, использующие зависимость ускорения движущегося объекта от частоты колебаний. Анализируемые приборы имеют малые геометрические размеры, высокую частоту колебаний, малые допуски на функциональные характеристики. Для решения задачи использован аппарат математической физики при анализе колебаний балки переменного (в общем случае) сечения с учетом внутреннего трения при различных типах граничных условий. Разработаны расчетные схемы прибора, имеющего два канала и использующего разностную частоту колебаний каналов с учетом определенных допусков. Разработанная модель учитывает свойства материала (внутреннее трение), допуски на геометрические размеры, отклонение формы сечения от номинального значения и позволяет учесть влияние этих параметров на функциональные характеристики – зависимость ускорения прибора от разности частот колебаний каналов прибора в определенном интервале температур.

Ключевые слова: датчик ускорения, колебания системы, внутреннее трение, граничные условия, разность частот

ANALYSIS FUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF ACCELERATION SENSORS

Artemeva E.A., Denisov Y.V.

Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin,

Ekarteinburg, e-mail: artemievammi@gmail.com

The precision, vibration devices using dependence of acceleration of moving object from frequency of fluctuations are considered. Analyzed devices have the small geometrical sizes, high frequency of fluctuations, small admissions on functional characteristics. For the solution of a task the device of mathematical physics is used in the analysis of fluctuations of a beam variable (generally) sections taking into account internal friction at various types of boundary conditions. The settlement circuitry of the instrument, having two channels and using the differential frequency of fluctuations of channels taking into account certain admissions is developed. The developed model considers properties of a material (internal friction), on the geometrical sizes, a deviation of a form of section from nominal rate and influence of these parameters on functional characteristics – dependence of acceleration of the device on a difference of frequencies of fluctuations of channels of the device in a certain interval of temperatures allows to consider admissions.

Keywords: sensor of acceleration, system fluctuation, internal friction, boundary conditions, difference of frequencies

Конструктивная схема прибора, рис. 1, включает следующие основные элементы:

- чувствительные элементы I и II каналов, которые состоят из выполненной в виде единой детали резонаторов 1, упругой перемычки 6, инерционного тела 5;

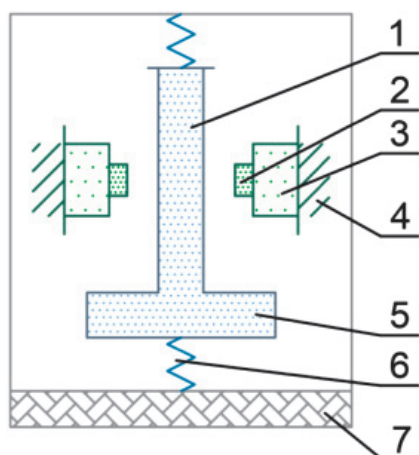


Рис. 1. Конструктивная схема датчика ускорения

- магнитную систему, которая содержит магниты 2, магнитопроводы 3, экран 4;
- основание 7.

Прибор работает следующим образом: стержневые резонаторы находятся в режиме поперечных колебаний, которые задаются электромагнитным возбудителем, с учетом растягивающей или сжимающей продольной силы. Полученные колебания воспринимаются приёмной электромагнитной системой, от которой сигналы после усиления поступают на электромагнитный преобразователь. Прибор имеет два канала, включенных по дифференциальной схеме, и настраивается на разностную частоту $\Delta f = f_1 - f_2$, где f_1 – частота I канала; f_2 – частота II канала. При действии на прибор линейного ускорения происходит возрастание частоты I канала f_1 и убывание частоты II канала f_2 . Разность между частотой канала для определенного значения ускорения и при его отсутствии представляет собой чувствительность соответствующего канала. Разностная частота Δf также изменяется при действии линейного ускорения и для

каждого значения ускорения имеет вполне определенное значение.

Функциональными характеристиками прибора являются: частота каналов, разностная частота, зависимость частоты I и II каналов от ускорения (чувствительного прибора).

Актуальные проблемы при этом:

1. Обеспечение разностной частоты с определенным допуском.

2. Стабильность разностной частоты при изменении температуры.

3. Обеспечение чувствительности каналов с определенным допуском.

На рис. 2 приведена концептуальная модель прибора, служащая для формирования множества системных показателей и алгоритмов их вычисления.

На рис. 3 приведена причинно-следственная диаграмма, служащая для установления параметров прибора и технологических процессов, влияющих на функциональные характеристики прибора.



Рис. 2. Концептуальная модель датчика ускорения



Рис. 3. Причинно-следственная диаграмма оценки факторов, влияющих на функциональные характеристики датчика

Для решения задачи определения функциональных характеристик рассмотрены колебания механических систем с распределенными параметрами с учетом внутреннего трения

и случайного характера параметров системы [1, 2, 3]. Математические процедуры, выполненные при определении функциональных характеристик прибора, показаны на рис. 4.



Рис. 4. Процедуры математического моделирования датчика ускорения

Разработанные математические модели позволили также установить связь параметров технологического процесса с функциональными характеристиками датчика ускорения, дополняя результаты [4, 5]. Представляет интерес установление связи термической обработки элинварного сплава с функциональными характеристиками на основе аналитических и экспериментальных зависимостей, рис. 5.

Одним из основных параметров, влияющих на функциональные характеристики датчика ускорения, является эффективный модуль упругости материала, зависящий от режимов

термической обработки элинварного сплава, размеров и свойств дефектного слоя, появляющегося при механической обработке.

В этом случае критичным параметром является эффективный модуль упругости, определяющий частоту поперечных колебаний резонатора. Эффективный модуль упругости зависит от модулей упругости основного материала (элинварный сплав), дефектного слоя (шлаки, металлические включения при электроэрозионной обработке), толщин основного материала и дефектного слоя. С учетом экспериментальных зависимостей определены границы параметров

операционной технологии (скорость резания, глубина, подача), определяющие критичный конструктивный параметр – толщину дефектного слоя. Управляющими параметрами являются режим термической обработки (закалка, старение), определяющие модуль упругости эливарного сплава (основной материал). Поэтому практически впервые авторами построена зависимость частоты поперечных колебаний от режи-

мов термической обработки (отсутствует в литературе), установлены параметры управляющего воздействия и параметры технологического процесса, определяющие критичный конструктивный параметр – модуль упругости материала. Тем самым определены параметры управляющего воздействия и технологического процесса, обеспечивающие функциональные характеристики датчика ускорения.

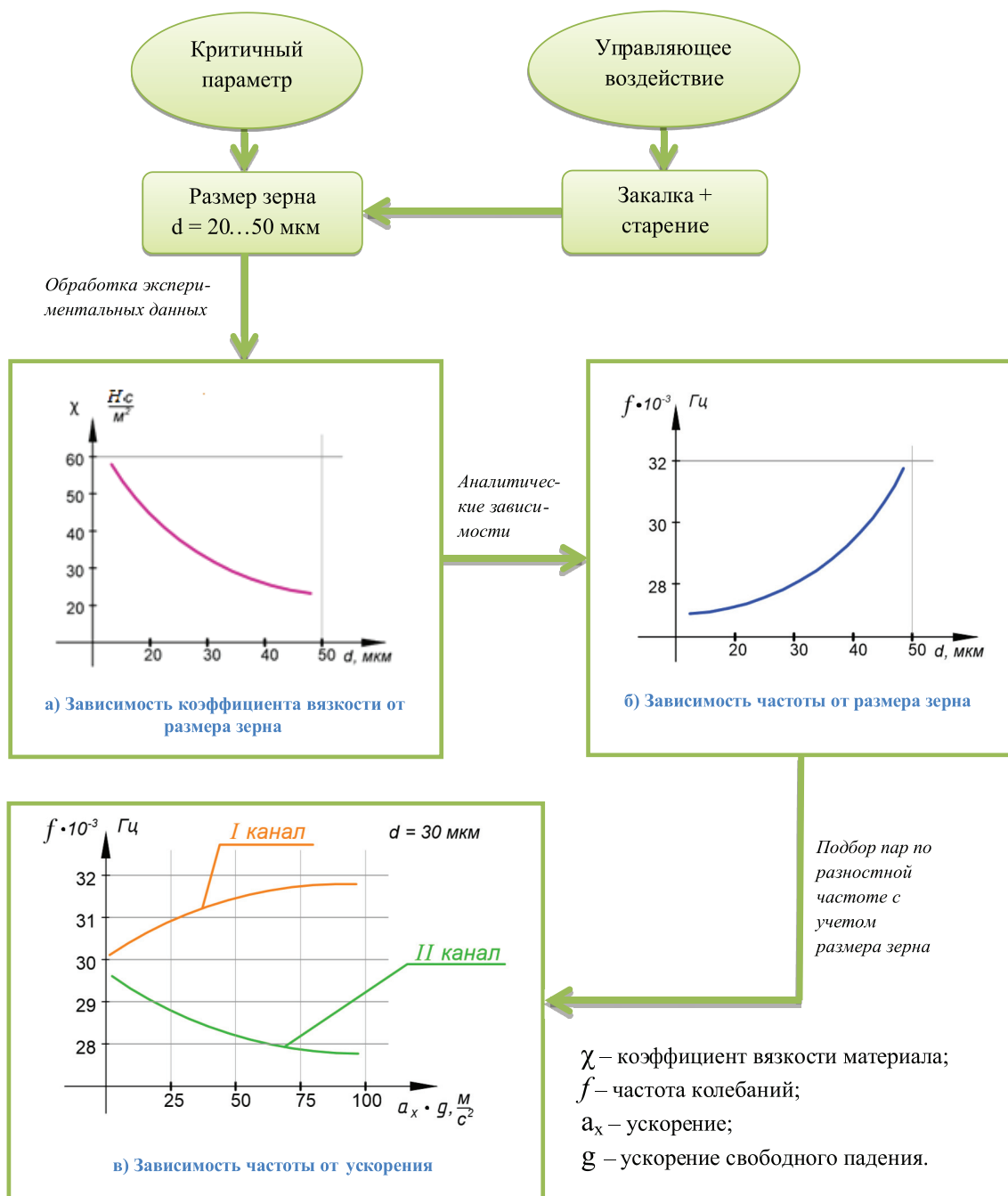


Рис. 5. Влияние размеров зерна, режимов термической обработки на функциональные характеристики вибрационного прибора

Заключение

Использование концептуальной модели и причинно-следственной диаграммы дает возможность разработать и проанализировать детерминированные и вероятностные модели датчика ускорения. С использованием предложенных аналитических зависимостей устанавливается связь между конструктивными параметрами прибора и функциональными характеристиками. Зависимости могут быть использованы для оптимизации конструктивных параметров, повышения надежности и безопасности работы датчиков ускорения.

Список литературы

1. Ден-Гартог Дж.П. Механические колебания. — М.: Физматгиз, 1960. — 580 с.
2. Пановко Я.Г. Внутреннее трение при колебаниях упругих систем. — М.: Физматгиз, 1960. — 344 с.
3. Пугачев В.С. Теория случайных функций и ее применение к задачам автоматического уравнения. — М.: Физматгиз, 1962. — 884 с.
4. Лариков Е.А. Узлы и детали механизмов приборов. Основы теории и расчета / Е.А. Лариков, Т.И. Виляевская. — М.: Машиностроение, 1974. — 328 с.
5. Приборостроение и средства автоматики: справочник в 5 т. / под ред. А.Н. Гаврилова. — Т. 2, кн. II. — М.: Машиностроение, 1964. — 392 с.

References

1. Den-Gartog, Dzh. P. *Mechanicheskie kolebanija* [Mechanical oscillations]. Moscow, Fizmatgiz, 1960, 580 p.
2. Gavrilov A.N. *Priborostroenie i sredstva avtomatiki: spravochnik in 5 v* [Instrument making and means of automatic equipment: the reference book in 5 v]. Vol. 2., b. II. — Moscow, Mashinostroenie, 1964, 392 p.
3. Panovko Ja.G. *Vnutrennee trenie pri kolebanijah uprugih system* [Internal friction at fluctuations of elastic systems]. Moscow, Fizmatgiz, 1960, 344 p.
4. Pugachev V.S. *Teorija sluchajnyh funkcij i ee primenenie k zadacham avtomaticheskogo uravnenija* [The theory of stochastic functions and its application to problems of the automatic equation]. Moscow, Fizmatgiz, 1962, 884 p.
5. Larikov E.A. *Uzly i detali mehanizmov priborov. Osnovy teorii i rascheta* [Knots and details of mechanisms of devices. Bases of the theory and calculation]. Moscow, Mashinostroenie, 1974, 328 p.

Рецензенты:

Паршин В.С., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Металлургические и роторные машины» механико-машиностроительного института, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург;
Чечулин Ю.Б., д.т.н., профессор кафедры «Детали машин» механико-машиностроительного института, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург.

Работа поступила в редакцию 28.11.2014.

УДК 004.054

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ НАГРУЗОЧНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ АППАРАТНОГО МОДУЛЯ, ПОСТРОЕННОГО НА БАЗЕ ПЛИС**Бородин А.А.***ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет леса»,
Мытищи, e-mail: AntonioBorodin@gmail.com*

Надежное функционирование информационных систем является важнейшим фактором развития современной цивилизации. Это обуславливает актуальность и практическую значимость работ, направленных на решение данной задачи. Одним из основных способов ее решения является тестирование информационных систем. Под тестированием понимается исследование системы с целью проверки соответствия ее работы предъявляемым требованиям. В настоящий момент существуют различные виды тестирования, каждый из которых направлен на диагностику отдельной части системы. Для информационных систем глобальной сети важнейшим является нагрузочное тестирование. С помощью него удастся измерить характеристики и проверить функционирование системы при эксплуатационных условиях. Улучшением данного процесса занимаются многие исследователи. Однако стадии запуска тестов и сбора результатов уделяется, на наш взгляд, недостаточно внимания. При выполнении данной стадии создается нагрузка на тестируемую систему и собираются результаты. Практика нагрузочного тестирования показывает, что достаточную величину нагрузки не удастся создать с помощью одного узла. Поэтому применяются методы ее увеличения с помощью совокупности соединенных компьютеров. В данной статье представлены результаты испытания иного подхода, позволяющего интенсифицировать процесс создания нагрузки. Он основан на применении специализированного аппаратного блока, который построен на базе ПЛИС. Результаты испытания спроектированного прототипа, демонстрируют высокие нагрузочные способности.

Ключевые слова: нагрузочное тестирование, ПЛИС, запуск тестов, создание нагрузки, аппаратный нагрузчик

THE INTENSIFICATION OF LOAD TESTING BY USING FPGA-BASED HARDWARE**Borodin A.A.***Moscow State Forest University, Mytishi, e-mail: AntonioBorodin@gmail.com*

Reliable functioning of information system is a key factor of civilization progress. This cause relevance and practical significance of works focused on solving that task. One of the main ways of solving this problem is a testing. Testing is a system research process with a goal to check compliance of its behavior to the shown requirements. At current time there are different types of testing. Each type is intended for specific part of system. For information systems of global network the most important type is a load testing. Load testing helps to estimate characteristics and to check functions of a system under the operation conditions. Many scientist works on improvement of that process. Nevertheless stage of the launch tests is getting less attention, to our opinion. At that stage loading is being created for a system and performance metrics are being gathered. Practice of load testing shows that enough amount loading cannot be created using only one computer. That is why there exist methods of increasing of loading by using connected computers. This article represents experimental results of other method. It is based on application of specialized hardware that is constructed with FPGA. Results show a high load capability of a created prototype.

Keywords: load testing, FPGA, test launching, load creation, hardware loader

В настоящее время информационные системы превратились из вспомогательных научных инструментов в центральные компоненты современной цивилизации. В постиндустриальном обществе, за редким исключением, жизнь каждого человека прямо или косвенно связана с ними. Управление, профессиональная деятельность, обучение, развлечение и т.д. уже немыслимы без информационных систем, являющихся сосредоточением информации – ценнейшего ресурса нашей цивилизации. По этой причине к их надежности предъявляются чрезвычайно высокие требования.

Высокое качество работы информационных систем обеспечивается за счет тестирования. Тестирование представляет собой процесс исследования системы с целью

проверки соответствия ее работы предъявляемым требованиям. Существует большое количество разнообразных видов тестирования, охватывающих различные аспекты. Для информационных систем глобальной сети одним из наиболее важных видов тестирования является нагрузочное. Его целью является проверка функционирования и сбор характеристик в условиях, близких к эксплуатационным.

Нагрузочное тестирование является сложным процессом, включающим множество шагов. Усилия исследователей в настоящий момент сосредоточены на вопросах создания тестов [3–5, 9, 11, 12], разработки нагрузочных моделей [14], а также анализа полученных результатов [8, 15]. Есть работы, посвященные разработке методик на-

грузочного тестирования распределенных систем [2]. В то же самое время вопросам запуска тестов и сбора результатов уделяется недостаточное внимание. При их решении полагаются на программные средства для нагрузочного тестирования. Несмотря на их многообразие, все они обладают одинаковыми недостатками. В большинстве случаев при использовании одного компьютерного узла создать достаточную величину нагрузки не удастся. Это обусловлено множеством аппаратных и программных факторов. Поэтому применяют совокупности соединенных компьютеров, представленных в виде распределенных, кластерных и облачных вычислений. Таким образом, нагрузочное тестирование информационных систем требует подключения большого количества компьютеров и дополнительных затрат. На преодоление этих недостатков и повышение интенсификации процесса направлена наша работа.

Стадия запуска тестов представляет собой процесс создания нагрузки на целевую систему и сбор метрик производительности на основе анализа ответов. При этом нагрузка представляет собой множество тестовых запросов, отправляемых с большой интенсивностью. Процесс отправки запроса можно разделить на 2 части:

- в соответствии с тестовыми скриптами осуществляется генерация запроса, который затем передается операционной системе;
- операционная система обеспечивает передачу и доставку запроса на тестируемую систему.

При этом время, необходимое операционной системе на обработку и передачу запроса, определяет предельную величину интенсивности, которую может достичь компьютерный узел. Таким образом, эта величина является нагрузочной способностью компьютерного узла. В нашей работе [1] мы провели эксперименты с целью измерения данной величины на популярных ОС. В ходе экспериментов была выявлена следующая особенность. На каждый тестовый запрос исследуемая система формирует ответ, который подвергается анализу. Ввиду того, что в ходе нагрузочного тестирования создается большая нагрузка, на нагружающую систему направляется большой поток ответов. Проведенные эксперименты позволили обнаружить, что этот поток ответов снижает нагружающие способности узла. В нашей работе мы назвали данную особенность эффектом обратной нагрузки.

Для интенсификации стадии запуска тестов и сбора результатов мы предлагаем иной подход. Он основан на применении специализированного аппаратного блока,

построенного на базе ПЛИС, который исполняет функции операционной системы по доставке сообщений. Он создает нагрузку и собирает метрики производительности. При этом подготовка тестовых запросов и параметров осуществляется с помощью компьютерного узла. После передачи этих данных на аппаратный нагрузчик он обеспечивает передачу запросов с требуемой интенсивностью и собирает необходимые метрики производительности.

На основе этой идеи был спроектирован прототип устройства, названный нами – аппаратный нагрузчик информационной системы (АНИС). Он был построен на основе платы разработки Terasic De2-115 с ППВМ ПЛИС Altera Cyclone IV [6]. На рис. 1 представлена обобщенная схема прототипа.

Ключевые компоненты, необходимые для генерации пакетов и обеспечения их доставки, реализованы в устройстве аппаратно. В состав АНИС также входит процессорная система, назначением которой является конфигурация параметров и обеспечение загрузки тестовых запросов. Ввиду того, что плата разработки содержит ограниченный набор памяти, собираемые метрики производительности выгружаются через отдельный интерфейс на компьютер. Для выгрузки данных АНИС содержит клиент базы данных Redis [13]. Таким образом, результаты нагрузочного тестирования оказываются в базе данных Redis, которая находится на отдельном компьютере. При разработке прототипа учитывались недостатки существующих систем. Так, обработкой исходящих и входящих данных занимаются независимые блоки, поэтому эффект обратной нагрузки на АНИС не проявляется. Ранее нами были проведены измерения предельных характеристик прототипа. Они показали высокие характеристики АНИС. Так, на формирование одного пакета с запросом устройству необходимо в среднем 220 нс. В данной статье представлены результаты испытания прототипа для создания нагрузки на веб-сервер.

Для испытания применялись узлы со следующими характеристиками:

- экспериментальная платформа (ЭП) № 1, компьютер Intel Core i7 920 2,67 ГГц, DDR3-1066 9ГБ, CentOS 6.4;
- экспериментальная платформа № 2, ноутбук Samsung R580-JS03 Intel Core i5 430 M 2,26 ГГц, DDR3-1066 3 ГБ, Ubuntu 12.10;
- экспериментальная платформа № 3, ноутбук MacBook Air Intel Core i7 3667U 2 ГГц, DDR3L-1600 МГц 8 ГБ, OS X 10.8.5.

В качестве нагружаемых систем выступали экспериментальные платформы 1 и 2 с установленным веб-сервером NGINX

[10]. После установки веб-сервера, настройки и дополнительные модули были оставлены без изменений. В ходе ответа на запрос он формировал стандартную html страницу. Результаты работы прототипа сопоставлялись с результатами широко используемого

в настоящее время инструмента нагрузочного тестирования Apache JMeter [7]. Источником информации о созданной нагрузке служат лог файлы сервера, в которых регистрируется каждый поступивший запрос и его время.

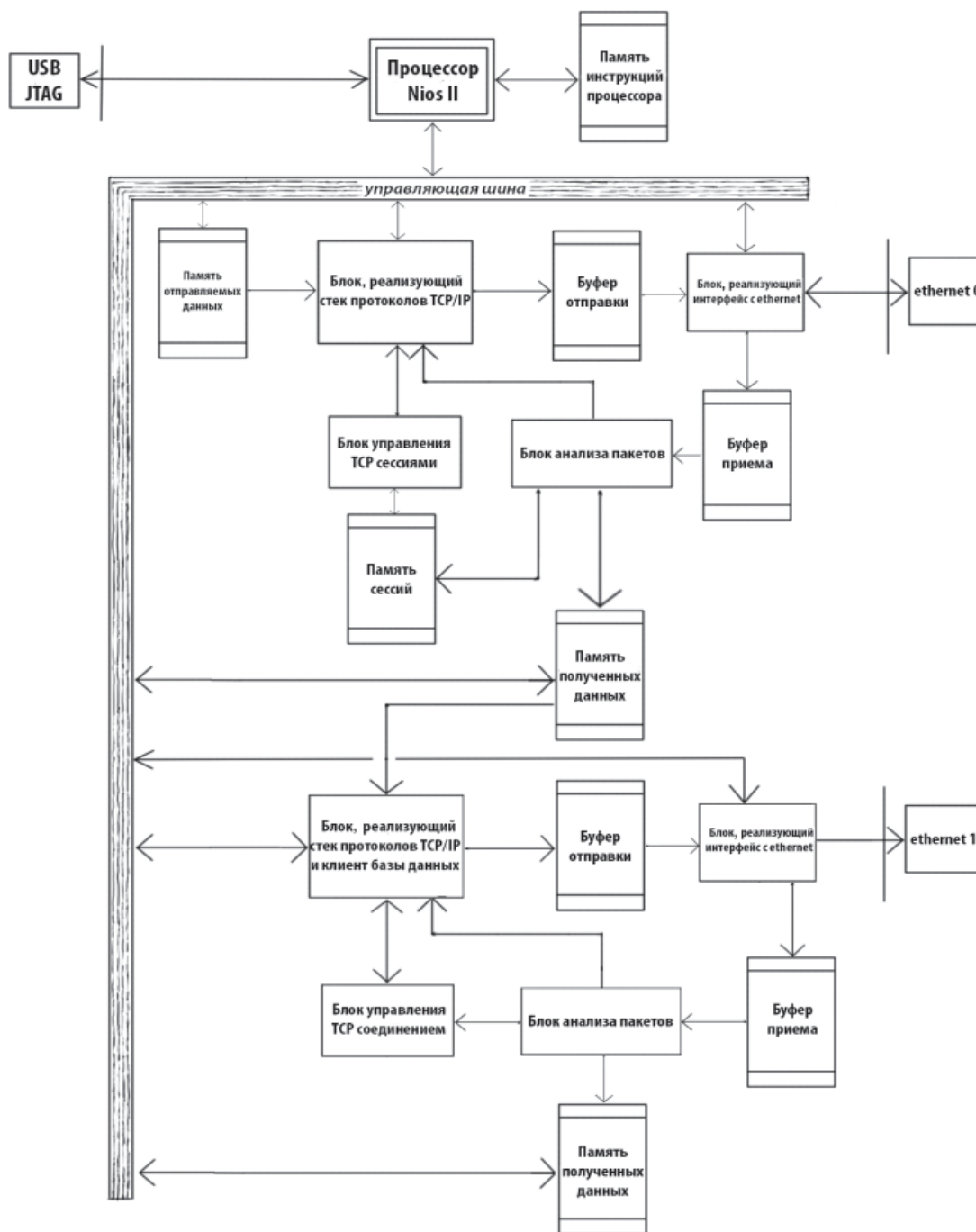


Рис. 1. Структура разработанного прототипа

Инструмент нагрузочного тестирования запускался сначала на одной экспериментальной платформе, а затем на другой. Кроме того, параметры программы Jmeter на

каждой платформе определялись эмпирическим путем так, чтобы создаваемая нагрузка была наибольшей. Результаты испытаний представлены на графиках (рис. 2 и 3).

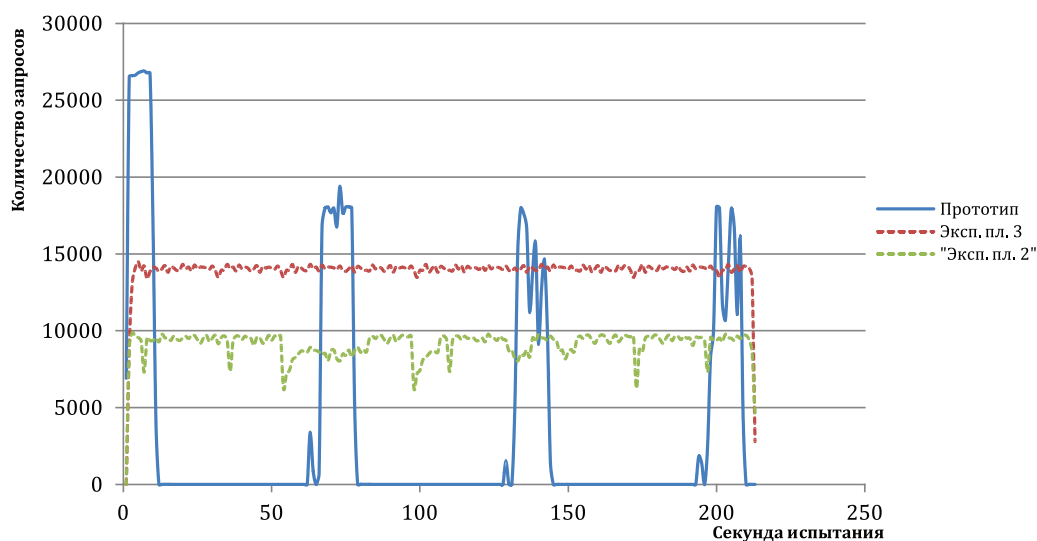


Рис. 2. Испытание прототипа аппаратного нагрузчика на экспериментальной платформе № 1

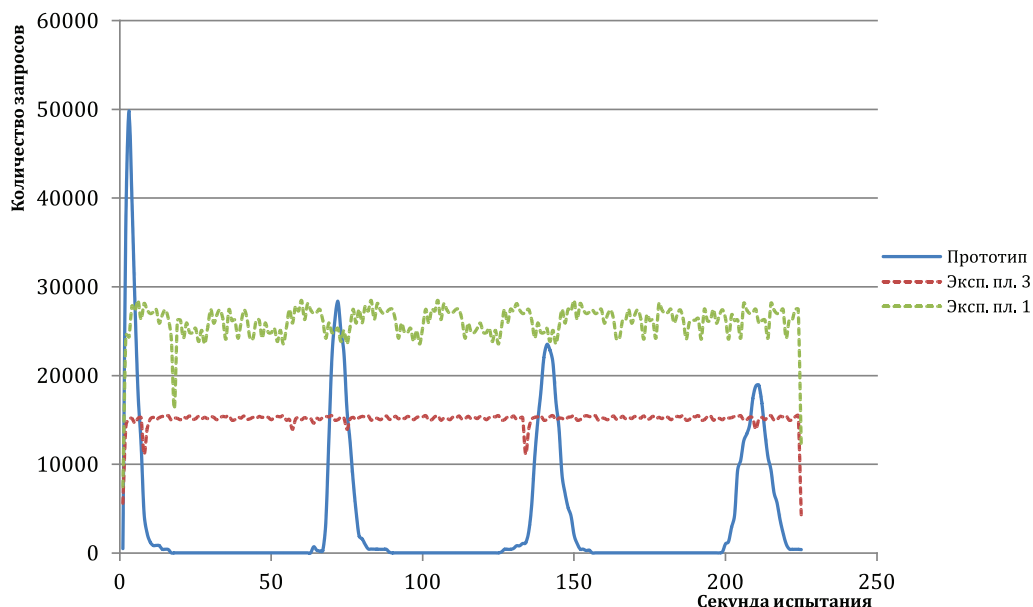


Рис. 3. Испытание прототипа аппаратного нагрузчика на экспериментальной платформе № 2

Представленные графики демонстрируют, что опытный прототип в ходе испытаний создавал кратковременную значительную нагрузку с некоторой периодичностью. Проведенный анализ данных, полученных с помощью перехватчиков пакетов, показал, что это связано с высокой интенсивностью генерации запросов прототипом. Во время создания нагрузки устройство отправляло запросы веб-серверу и ожидало ответа от него в пределах сессии. Как показывают данные перехватчика пакетов, сервер получал запрос, но не всегда отвечал

на него. Ввиду того, что в составе текущей версии прототипа отсутствуют механизмы таймеров, устройство бесконечно долго ожидало ответа от сервера. Через некоторый промежуток времени, определяемый настройками веб-сервера и операционной системы, информационная система разрывала соединение с прототипом, полагая, что запросов с его стороны не поступило. Получив запрос на разъединение, аппаратный нагрузчик перезапускал соединение и продолжал отправлять запросы. По этой причине временные промежутки между

всплесками примерно одинаковы. Кроме того, как видно на графиках, пиковое значение интенсивности с каждым всплеском уменьшалось. Причиной этого явился тот же эффект, только в этом случае сама операционная система не отвечает на запрос открытия TCP сессии.

Проведенные испытания продемонстрировали практические возможности прототипа АНИС. Даже несмотря на недостатки текущей версии, полученные результаты показывают, как с помощью аппаратного модуля с ПЛИС возможно интенсифицировать процесс создания нагрузки и сбора результатов. Таким образом, прототип способен стать полноценным инструментом для задач нагрузочного тестирования.

Список литературы

1. Бородин А.А. Исследование нагрузочных способностей компьютерных систем // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. – 2014. – № 3(198). – С. 19–27.
2. Ермакин Алексей Александрович Разработка метода построения комплекса нагрузочного тестирования распределенной информационной системы: дис. ... канд. тех. наук: 05.13.13. – СПб., 2005. – 147 л.
3. Силаков Д.В. Автоматизация тестирования web-приложений, основанных на скриптовых языках // Труды ИСП РАН. – 2008. – № 2. – С. 159–178.
4. Сортон А., Хорошилов А. Функциональное тестирование Web-приложений на основе технологии UniTesK // Труды Института системного программирования РАН. – 2004. – № 8. – С. 77–97.
5. Яковенко П.Н., Сапожников А.В. Инфраструктура тестирования веб-сервисов на базе технологии TTCN-3 и платформы .NET // Труды ИСП РАН. – 2009. – С. 63–74.
6. Altera DE2-115 Development and Education Board [Электронный ресурс]. – terasic, 2013. – Режим доступа: <http://www.terasic.com.tw/cgi-bin/page/archive.pl?Language=English&CategoryNo=165&No=502>, свободный. – Загл. с экрана.
7. Apache JMeter [Электронный ресурс]. – The Apache Software Foundation Apache JMeter, 2013. – Режим доступа: <http://jmeter.apache.org>, свободный. – Загл. с экрана.
8. Haroon Malik, A Methodology to Support Load Test Analysis // ICSE '10 Proceedings of the 32nd ACM/IEEE International Conference on Software Engineering. – Vol. 2. – P. 421–424.
9. Kevin Morrison, Hisham M. Haddad Converting users to testers: an alternative approach to load test script creation, parameterization and data correlation // Journal of Computing Sciences in Colleges. – Vol. 28 Issue 2, December 2012. – P. 188–196.
10. nginx [Электронный ресурс]. – NGINX, 2013. – Режим доступа: <http://nginx.org/ru/>, свободный. – Загл. с экрана.
11. Pingyu Zhang, Sebastian Elbaum, Matthew B. Dwyer Automatic Generation of Load Tests // ASE '11 Proceedings of the 2011 26th IEEE/ACM International Conference on Automated Software Engineering. – P. 43–52.
12. Pingyu Zhang, Sebastian Elbaum, Matthew B. Dwyer Compositional load test generation for software pipelines // ISSTA 2012 Proceedings of the 2012 International Symposium on Software Testing and Analysis, P. 89–99.
13. Redis [Электронный ресурс]. – redis, 2013. – Режим доступа: <http://redis.io>, свободный. – Загл. с экрана.
14. Yuhong Cai, John Grundy, John Hosking Synthesizing client load models for performance engineering via web crawling // ASE '07 Proceedings of the twenty-second IEEE/ACM international conference on Automated software engineering. – P. 353–362.
15. Zhen Ming Jiang, Automated analysis of load testing results // ISSTA '10 Proceedings of the 19th international symposium on Software testing and analysis, P. 143–146.

References

1. Borodin A.A. Issledovanie nagruzocznyh sposobnostej komp'juternyh sistem Nauchno-tehnicheskie vedomosti SPbGPU. Informatika. Telekommunikacii. Upravlenie., 2014, no. 3(198), pp. 19–27.
2. Ermykin Aleksej Aleksandrovich Razrabotka metoda postroenija kompleksa nagruzocznoho testirovanija raspredelennoj informaciiionnoj sistemy: dis. ... kand. teh. nauk: 05.13.13., SPb., 2005, 147 p.
3. Silakov D.V. Avtomatizacija testirovanija web-prilozhenij, osnovannyh na skriptovyh jazykah, Trudy ISP RAN, 2008, no. 2, pp. 159–178.
4. Sortov A., Horoshilov A. Funkcional'noe testirovanie Web-prilozhenij na osnove tehnologii UniTesK, Trudy Instituta sistemnogo programirovanija RAN, no. 8, 2004, pp. 77–97.
5. Jakovenko P. N., Sapozhnikov A. V. INFRASTRUKTURA TESTIROVANIIA VEB-SERVISOV NA BAZE TEHNOLOGII TTCN-3 I PLATFORMY.NET, Trudy ISP RAN, 2009, pp. 63–74.
6. Altera DE2-115 Development and Education Board, Available at: <http://www.terasic.com.tw/cgi-bin/page/archive.pl?Language=English&CategoryNo=165&No=502> (accessed 15 October 2014).
7. Apache JMeter, available at: <http://jmeter.apache.org> (accessed 15 October 2014).
8. Haroon Malik, A Methodology to Support Load Test Analysis, ICSE '10 Proceedings of the 32nd ACM/IEEE International Conference on Software Engineering - Volume 2, pp. 421–424.
9. Kevin Morrison, Hisham M. Haddad Converting users to testers: an alternative approach to load test script creation, parameterization and data correlation, Journal of Computing Sciences in Colleges Volume 28 Issue 2, December 2012, pp. 188–196.
10. Nginx, Available at: <http://nginx.org/ru/> (accessed 15 October 2014).
11. Pingyu Zhang, Sebastian Elbaum, Matthew B. Dwyer Automatic Generation of Load Tests, ASE '11 Proceedings of the 2011 26th IEEE/ACM International Conference on Automated Software Engineering, pp. 43–52.
12. Pingyu Zhang, Sebastian Elbaum, Matthew B. Dwyer Compositional load test generation for software pipelines, ISSTA 2012 Proceedings of the 2012 International Symposium on Software Testing and Analysis, pp. 89–99.
13. Redis, Available at: <http://redis.io> (accessed 15 October 2014).
14. Yuhong Cai, John Grundy, John Hosking Synthesizing client load models for performance engineering via web crawling, ASE '07 Proceedings of the twenty-second IEEE/ACM international conference on Automated software engineering, pp. 353–362.
15. Zhen Ming Jiang, Automated analysis of load testing results, ISSTA '10 Proceedings of the 19th international symposium on Software testing and analysis, pp. 143–146.

Рецензенты:

Корольков А.В., д.ф.-м.н., профессор, декан ФЭСТ, ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет леса», г. Мытищи-5; Финогеев А.Г., д.т.н., профессор кафедры «Системы автоматизации проектирования», ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет», г. Пенза.

Работа поступила в редакцию 28.11.2014.

УДК 621.001.5+004.89.002.53

ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ РЕГИОНАЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ ТЕЛЕМЕДИЦИНЫ

¹Горюнова В.В., ¹Горюнова Т.И., ²Жилиев П.С.

¹ФГОУ ВПО «Пензенский государственный технологический университет»,
Пенза, e-mail: gvv17@ya.ru;

²Пензенский медицинский информационно-аналитический центр
Минздравоохранения России, Пенза

В статье рассматриваются актуальные вопросы внедрения региональных центров телемедицины. Определяются показатели качества функционирования телемедицинской системы, прямо или косвенно затрагивающие интересы врачей и пациентов. Представлен формальный онтологический аппарат формирования и определения интегральной системы показателей качества работы регионального центра телемедицины по определенной лечебно-профилактической области. Подчеркивается, что важнейшим показателем качества функционирования телемедицинской системы является скорость подготовки и скорость проведения консультации. Эта скорость имеет существенное значение, так как самым непосредственным образом влияет на время, затрачиваемое врачами на установление диагноза. Скорость проведения телеконсультации определяется не только численностью персонала, занимающегося консультациями пациентов и интенсивностью его работы, но и организацией технологического процесса телеконсультации. Для анализа скорости могут применяться формальный аппарат «инженерии онтологий» и математические методы, которые позволяют оценить эффективность работы телемедицинской системы, а также рассчитать оптимальные показатели функционирования, обеспечивающие необходимую скорость и качество подготовки консультаций.

Ключевые слова: центр телемедицины, телеконсультации, показатели качества, онтологии

THE FEATURES OF IMPLEMENTATION OF REGIONAL TELEMEDICINE CENTERS

¹Goryunova V.V., ¹Goryunova T.I., ²Zhilyaev P.S.

¹Penza State Technological University, Penza, e-mail: gvv17@ya.ru;

²Penza State Medical Information and Analytical Center Ministry of Health of Russia, Penza

In the article we have considered actual issues of the implementation of the regional centers of telemedicine. We have determined indicators of quality of functioning of the telemedicine system, directly or indirectly, affect the interests of doctors and patients. We have presented a formal ontological apparatus formation and definition of the integral system of quality indicators of the regional center of telemedicine on a specific area of preventive and curative. We emphasize that the most important indicator of the quality of functioning of the telemedicine system is speed training and speed of consultation. This speed is essential, since most directly affects the amount of time spent by doctors on the diagnosis. Speed of teleconsultation is determined not only the number of staff involved in patients counseling and the intensity of his work, but also the organization of the process teleconsultation. For analysis of speed can be applied formal apparatus «Ontology Engineering» and mathematical methods that evaluate the effectiveness of telemedicine systems, as well as calculate the optimal parameters of operation, providing the speed and quality of advice.

Keywords: telemedicine centre, teleconsultation, quality indicators, ontology

Сегодня телемедицина является эффективным средством повышения знаний, накопления опыта и развития технологий в области медицины. Создание региональных терминалов позволит наиболее эффективно и экономично использовать интеллектуальный потенциал медицинских учреждений области (края), дорогостоящее медицинское оборудование, сосредоточенное в региональных и ведомственных медицинских центрах [2–7].

Актуальные вопросы внедрения региональных центров телемедицины

Целью внедряемого в настоящее время в России проекта по созданию медицинских центров телеконсультаций (МЦТ) является

создание глобальной телемедицинской сети, объединяющей ведущие медицинские и научные центры России и зарубежных стран, в целях оказания оперативной и качественной медицинской помощи населению. Глобальная сеть телемедицины строится с использованием новейших достижений в области телекоммуникаций, информационных технологий и медицины на основе мировых стандартов.

Актуальность внедрения телемедицины в России диктуется спецификой системы здравоохранения страны с огромной территорией, ярко выраженными различиями в уровне материального оснащения и подготовки специалистов ЛПУ в центральных и отдаленных регионах, необходимостью широкого

использования санавиации и спецтранспорта для доставки пациентов, нарушением связей между центральными и периферийными медицинскими центрами. Одним из наиболее важных аспектов применения телемедицины является значительное сокращение расходования средств бюджетов всех уровней на оказание диагностической, консультативной и лечебной помощи пациентам в регионах РФ, особенно на отдаленных территориях.

Практика реализации систем телемедицинских консультаций

В настоящее время эта работа ведется в основном с помощью электронной почты и передачи файлов по протоколу FTP, что создает массу неудобств. Для обеспечения эффективного информационного взаимодействия участников телемедицинских мероприятий на этапах их подготовки и завершения необходима другая, достаточно гибкая среда совместной работы, интегрированная с наиболее распространенными средствами подготовки документов и доступа к информации.

Использование систем архивирования медицинской информации в электронной форме практически снимает все ограничения на сроки ее хранения. При этом предельно упрощается создание дубликатов исследований, значительно уменьшается размер «хранилища». Стоимость самих носителей информации непрерывно снижается, и в большинстве случаев она ниже стоимости «жесткой» копии (например, снимка на рентгеновской пленке). Электронная форма истории болезни (и любого другого медицинского документа) существенно облегчает поиск информации. Это также создает базу для организации внешних консультаций и передачи медицинской информации в другие медицинские учреждения [10–13].

Гибкость информационной среды должна сочетаться со стандартизацией передаваемых медицинских документов, а сами эти документы должны быть заверены цифровой электронной подписью участников медицинского документооборота.

Большое значение для медицинского учреждения имеет и эффективное использование компьютерной техники, входящей в телемедицинскую сеть. Выбор оптимальной нагрузки и режима обслуживания компьютерной техники обеспечивает существенное сокращение расходов на их эксплуатацию и ремонт, позволяет повысить эффективность работы телемедицинской сети.

Показатель качества функционирования телемедицинской системы является инте-

гральным и включает систему показателей, прямо или косвенно затрагивающих интересы врачей и пациентов. Подобная система показателей может быть реализована с использованием формальных аппаратов «инженерии онтологий» [1, 8, 9]. Но важнейшим показателем качества функционирования телемедицинской системы является скорость подготовки к проведению консультации. Эта скорость имеет существенное значение, так как самым непосредственным образом влияет на время, затрачиваемое врачами на установление диагноза. Неудовлетворительное время установления диагноза и, как следствие, возникновение очередей может привести к значительным потерям медицинскими учреждениями своих потенциальных клиентов. Скорость проведения телеконсультации определяется не только численностью персонала, занимающегося консультациями пациентов, и интенсивностью его работы, но и организацией технологического процесса телеконсультации. Для анализа скорости может применяться аппарат математических методов, которые позволяют оценить эффективность работы телемедицинской системы, а также рассчитать оптимальные показатели функционирования, обеспечивающие необходимую скорость и качество подготовки консультаций.

Таким образом, актуальна задача создания информационной системы обеспечивающей качественную подготовку и проведение плановых телемедицинских консультаций в пределах региона. На сегодняшний день существует ряд нерешенных проблем, связанных как со стандартизацией электронных медицинских документов, так и с электронным медицинским документооборотом между врачами, находящимися друг от друга на значительном расстоянии, которые могут быть решены при использовании онтологически ориентированных подходов [8].

Практика моделирования концептуальных спецификаций региональных МЦТ

Для моделирования сложных систем управления интегрированными информационными процессами разработан ряд методологий, например методологии семейства IDEF (Integrated DEFinition). IDEF содержит 14 государственных стандартов. Они предназначены для анализа процессов взаимодействия в производственных системах. Для поддержки онтологического анализа предназначена методология IDEF5.

Процесс построения онтологии, согласно IDEF5, состоит из пяти основных действий:

- изучение и систематизирование начальных условий – это действие устанавливает основные цели и контексты проекта

разработки онтологии, а также распределяет роли между членами проекта;

- сбор и накапливание данных – на этом этапе происходит сбор и накапливание необходимых начальных данных для построения онтологии;

- анализ данных – эта стадия заключается в анализе и группировке собранных данных и предназначена для облегчения построения терминологии;

- начальное развитие онтологии – на этом этапе формируется предварительная онтология на основе отобранных данных;

- уточнение и утверждение онтологии – заключительная стадия процесса.

Для определения технологий разработки концептуальных спецификаций МЦТ введен термин «декларативное моделирование», которое включает формальный аппарат описания процессов построения онтологии и предполагает разработку визуально-графических средств реализации следующих функциональных задач:

- ♦ обозначение целей и области применения создаваемой онтологии;

- ♦ построение онтологии, которое включает:

- 1) фиксирование знаний о лечебно-профилактической предметной области (ЛПрО), т.е. определение основных понятий и их взаимоотношений в выбранной предметной области; создание точных непротиворечивых определений для каждого основного понятия и отношения; определение терминов, которые связаны с этими терминами и отношениями;

- 2) кодирование, т.е. разделение совокупности основных терминов, используемых в онтологии, на отдельные классы понятий;

- 3) выбор или разработку формальных средств (специальных языков для представления онтологии);

- 4) непосредственно задание фиксированной концептуализации на выбранном языке представления знаний;

- ♦ совместное применение пользователями (исполнителями) общего понимания структуры системы;

- ♦ обеспечение возможности использования знаний предметной области);

- ♦ создание явных допущений в ЛПрО, лежащих в основе реализации;

- ♦ отделение знаний ЛПрО от оперативных знаний.

В основе декларативного моделирования лежит описание системы (организации здравоохранения или врача-специалиста) в терминах сущностей, отношений между ними и преобразование сущностей, которое выполняется в процессе решения определенной задачи.

Основной характерной чертой этого подхода является, в частности, разделение реальных процессов на составляющие и классы объектов и определение их онтологий, или же совокупности фундаментальных свойств, которые определяют их изменения и поведение [4].

Декларативное моделирование подразумевает глубокий структурный анализ предметной области. Простейший алгоритм декларативного моделирования может быть представлен следующими составляющими:

- выделение концептов – базовых понятий данной предметной области;

- определение «высоты дерева онтологий» – количество уровней абстракции;

- распределение концептов по уровням;

- построение связей между концептами – определение отношений и взаимодействий базовых понятий;

- консультации с различными специалистами для исключения противоречий и неточностей.

Декларативное моделирование начинается с составления словаря терминов, который используется при обсуждении и исследовании характеристик объектов и процессов, составляющих рассматриваемую систему, а также создания системы точных определений этих терминов. Кроме того, документируются основные логические взаимосвязи между соответствующими введенным терминам понятиями. Результатом моделирования является словарь терминов, точных их определений и взаимосвязей между ними.

Декларативное моделирование предполагает декомпозицию системы распределенного управления на этапы. Вместе с тем есть целый ряд особенностей, которые определяют характер выполнения отдельных этапов. К таким особенностям относятся:

- Коллективное использование знаний предполагает объединение и распределение источников знаний по различным субъектам, а следовательно, решение организационных вопросов администрирования и оптимизации деловых процессов, связывающих пользователей систем.

- Состав источников знаний определяется в принципе, конкретные источники знаний, особенно внешние источники знаний, могут добавляться по мере развития проекта.

- Поскольку система распределенного управления телеконсультационными процессами имеют многоцелевое назначение, возникает потребность в интеграции разнообразных источников знаний на основе единого семантического описания пространства знаний.

Таким образом, концептуальная проработка реализации системы распределенного управления в основном сводится к созданию онтологии, которая выполняется классически в результате взаимодействия исполнителей и экспертов. Разработка и поддержка онтологии в масштабе МЦТ требует постоянных усилий для ее развития. Для сокращения затрат на разработку онтологии целесообразно использовать онтологии, разработанные специализированными проектными организациями, которые могут использоваться на принципах тиражирования (разделения доступа) и повторного использования [8–10].

МОСТ-технология должна обеспечивать не только доступ к онтологиям, но и функции контроля версий, репликации, экспорта/импорта, что предоставляет «прозрачный» доступ к актуальным версиям любых онтологий, которые могут применяться при анализе данных.

Идентификатор онтологии должен однозначно определять её «базовое» месторасположение относительно других серверов системы, обеспечивая быстрое нахождение источника данных в распределённой сети.

Предлагается вариант построения такой сети посредством сервиса сообщений. Сообщение представляет собой набор параметров, определяющих целевой сервис, который должен быть вызван на каждом сервере, на который это сообщение будет послано, и механизм возврата результатов работы этих сервисов в точку вызова. При этом на каждом сервере хранится набор таблиц маршрутизации, имеющих уникальные идентификаторы. Каждая таблица определяет набор параметров подключения к другим серверам приложений. Конечный пользователь использует сетевой сервис сообщений, создавая новое сообщение и определяя уникальный идентификатор таблицы маршрутизации. Сервис передаёт это сообщение на каждый из серверов, описанных в указанной таблице маршрутизации, используя такой же сетевой сервис на каждом из них. Таким образом, сообщение каскадно передаётся по всей заранее сконфигурированной сети, а пользователь получает набор результатов работы всех найденных целевых сервисов.

Использование подобной технологии обеспечивает:

- универсальное программирование данных независимо от типа их источника;
- обеспечивается поддержка обобщённых приложений;

- упрощает поиск, просмотр, изменение и анализ данных для приложений, утилит и средств разработки;

- возможность использования одного интерфейса для доступа к разным уровням абстракции данных (когда метаданные доступны через единый программный интерфейс).

Заключение

Описанные принципы МОСТ-технологии являются ключевыми элементами обеспечения логики внутри сетевого взаимодействия МЦТ. Кроме описанной функциональности МОСТ-технология обладает некоторыми дополнительными возможностями управления стратегиями передачи сообщений и организации иерархических сетей. Для каждой области лечебной профилактики по отдельности производится качественный анализ данных и формирование отдельной онтологии с метаданными (онтологической модели), описывающей их структуру и характер.

Список литературы

1. Горюнова В.В. Онтологический подход к проектированию систем технического обслуживания // Автоматизация и современные технологии. – 2009. – № 12. – С. 24–29.
2. Жилиев П.С., Горюнова Т.И. Проект развития сети телемедицинского консультирования для решения задач лечебной профилактики и диагностики // 5 межрегиональная научно-практическая конференция студентов и аспирантов «инновационные технологии в экономике, информатике, медицине и биотехнологиях»: тезисы докл. конф. – Пенза: ПГТА, 8–9 ноябр. 2012. – 34–37.
3. Горюнова Т.И. Исследование и разработка рекомендаций по оптимизации внедрения технологий телемедицины // 5 межрегиональная научно-практическая конференция студентов и аспирантов «инновационные технологии в экономике, информатике, медицине и биотехнологиях»: тезисы докл. конф. – Пенза: ПГТА, 8–9 ноябр. 2012. – С. 37–41.
4. Горюнова В.В., Молодцова Ю.В., Кузнецов С.А., Ахманов В.А. Использование модульных онтологий при создании центров обработки данных медицинского назначения // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. – 2011. – № 1. – С. 300–303.
5. Жилиев П.С., Горюнова В.В. Проект регионального центра телемедицинского консультирования // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 8–1. – С. 68–68.
6. Горюнова Т.И. [и др.] Основные характеристики корпоративного сайта медико-социального назначения // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 8–1. – С. 63–64.
7. Горюнова Т.И. Социологические аспекты исследований по оптимизации внедрения технологий телемедицины // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 8–1. – С. 67–68.
8. Горюнова В.В. [и др.] Особенности проектирования интегрированных медицинских систем на основе концептуальных спецификаций // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 11–9. – С. 67–73.
9. Горюнова В.В., Горюнова Т.И., Жилиев П.С. Многоуровневые структуры интегрированных медицинских систем // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5–1. – С. 122–122.

10. Горюнова В.В. [и др.] Использование информационных технологий и концептуальных спецификаций при оценке качества жизни населения // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5–1 – С. 130–131.

11. Жиляев П.С. [и др.] Автоматизированные системы для организации профилактических осмотров населения // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5–1. – С. 126–126.

12. Жиляев П.С., Горюнова Т.И., Завьялова Д.А. Внедрение информационно-аналитической системы «барс». Web-мониторинг здравоохранения // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5–1. – С. 126–127.

13. Жиляев П.С., Горюнова Т.И. Организация телемедицинской системы пензенской области // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5–1. – С. 127–127.

References

1. Gorjunova V.V. Avtomatizacija i sovremennye tehnologii, 2009, no. 12, pp. 24–29.

2. Gorjunova V.V. Inovacii na osnove informacionnyh i kommunikacionnyh tehnologij, 2011 no.1, pp. 300–303.

3. Gorjunova T.I. 5mezhhregional'najanauchno-prakticheskajakonferencijastudentovi aspirantov«innovacionnye tehnologii ivjekonomike,informatike,medicinei biotehnologijah» (Proc. 5th Reg. Conf. «Innovative technologies in the economy, science, medicine and biotechnology, PGTA»). Penza, 2012, pp. 37–41.

4. Gorjunova V.V., Molodcova Ju.V., Kuznecov S.A., Ahmanov V.A. Inovacii na osnove informacionnyh i kommunikacionnyh tehnologij, 2011, no. 1, pp. 300–303.

5. Zhiljaev P.S., Gorjunova V.V. Sovremennye naukoemkie tehnologii, 2013, Vol. 1, no. 8, pp. 68–68.

6. Gorjunova T.I. [i dr.] Sovremennye naukoemkie tehnologii, 2013, Vol. 1, no. 8, pp. 63–64.

7. Gorjunova T.I. Sovremennye naukoemkie tehnologii, 2013, Vol. 1, no. 8, pp. 67–68.

8. Gorjunova V.V. [i dr.] Fundamental'nye issledovanija, 2013, Vol. 9, no. 11, pp. 67–73.

9. Gorjunova V.V., Gorjunova T.I., Zhiljaev P.S. Sovremennye naukoemkie tehnologii, 2014, no. 5, pp. 122–122.

10. Gorjunova V.V. [i dr.] Sovremennye naukoemkie tehnologii, 2014, Vol. 1, no. 5, pp. 130–131.

11. Zhiljaev P.S. [i dr.] Sovremennye naukoemkie tehnologii, 2014, Vol. 1, no. 5, pp. 126–126.

12. Zhiljaev P.S., Gorjunova T.I., Zav'jalova D.A. Sovremennye naukoemkie tehnologii, 2014, Vol. 1, no.5, pp. 126–127.

13. Zhiljaev P.S., Gorjunova T.I. Sovremennye naukoemkie tehnologii, 2014, Vol. 1, no.5, pp. 127–127.

Рецензенты:

Михеев М.Ю., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Информационные технологии и системы» ПензГТУ, г. Пенза;

Мартынова Г.И., д.м.н., доцент, профессор кафедры неврологии ГБОУ ДПО ПИУВ Минздрава России, г. Пенза.

Работа поступила в редакцию 28.11.2014.

УДК 620.1.08.620.22

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЛАКСАЦИИ НАПРЯЖЕНИЯ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПОСТОЯННОЙ ДЕФОРМАЦИИ

¹Железняков А.С., ²Шеромова И.А., ²Старкова Г.П.

¹Новосибирский технологический институт (филиал) Московского государственного университета дизайна и технологии, Новосибирск, e-mail: gas@ntimgudt.ru;

²ФГБОУ ВПО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса»
Миообрнауки РФ, Владивосток, e-mail: Irina.Sheromova@mail.ru

В статье рассматриваются вопросы формализации и моделирования процесса релаксации напряжения легкодеформируемых волокнистых материалов при постоянной деформации. Целью исследований является анализ возможностей использования механических аналогов для формализации процесса релаксации напряжения при постоянной деформации материала применительно к легкодеформируемым композитам. Объектом исследований являются легкодеформируемые волокнистые материалы. При проведении исследований применялись аналитические методы, базирующиеся на использовании механических аналогов, в сочетании с экспериментальными подходами. Вследствие нелинейности процесса релаксации напряжения композитных материалов для условий постоянной деформации в качестве базовой принята механическая модель Фойгта – Кельвина, в которую введено звено Лидермана с переменным условным модулем упругости. При этом показано, что при фиксированной деформации расчётные значения коэффициента изменения модуля упругости оказывают влияние на процесс релаксации лишь в начальный период времени, а в ходе процесса релаксации усилия его значение стремится к нулю. Таким образом, установлено, что для расчёта кинетики процесса релаксации напряжения при фиксированной деформации и оценки остаточного напряжения легкодеформируемых композитных материалов при их обработке в тепловом поле с определёнными допущениями возможно использование аналитики на базе механической модели Фойгта – Кельвина.

Ключевые слова: легкодеформируемые волокнистые материалы, процесс релаксации напряжения при фиксированной деформации, моделирование, механические модели, модель Фойгта – Кельвина

MODELING OF TENSION RELAXATION OF COMPOSITE MATERIALS AT CONSTANT DEFORMATION

¹Zheleznyakov A.S., ²Sheromova I.A., ²Starkova G.P.

¹Novosibirsk Technological Institute of Moscow State University of Design
and Technology, Novosibirsk, e-mail: gas@ntimgudt.ru;

²Vladivostok State University of Economics and Service, Vladivostok, e-mail: Irina.Sheromova@mail.ru

The article deals with the formalization and modeling of easily deformable fibrous materials tension relaxation process at constant strain. The research purpose is to analyze the possibility of using mechanical analogs for the formalization of the tension relaxation process at constant material deformation in relation to an easily deformable composite. Study object is easily deformable fibrous materials. When conducting studies use analytical methods based on the use of mechanical analogues, in combination with experimental approaches. Due to the nonlinearity of the composite materials tension relaxation for the conditions of constant deformation as a basic Voigt – Kelvin mechanical model, which introduced Liderman link apparent a variable modulus of elasticity. It is shown that at a constant material deformation rate changes calculated values of the elastic modulus influence the relaxation process only in the initial period of time, and during the tension relaxation process its value tends to zero. Thus, it was found that for the calculation of the tension relaxation kinetics at a fixed deformation and deformable composite materials residual stress evaluation as they are processed in a thermal field with certain assumptions may use intelligence-based mechanical model of Voigt – Kelvin.

Keywords: easily deformable fibrous material, the tension relaxation process at a fixed deformation, modeling, mechanical models, the model of Voigt – Kelvin

Прогнозирование поведения материалов при выполнении технологических операций в различных режимах взаимодействия с обрабатывающей средой особенно необходимо, когда лабораторные и производственные методы испытаний затруднены или практически невозможны. В этих случаях для решения технологических задач предпочтительным, а иногда единственным возможным является использование модельных методов исследования и расчёта режимов обработки.

Это обстоятельство становится особенно важным в условиях производства и эксплуатации швейных изделий из легкодеформируемых композитных материалов, которые при воздействии внешней среды в процессе их изготовления и эксплуатации испытывают разнонаправленные деформации.

Целью исследований является анализ возможностей использования механических аналогов для формализации процесса релаксации напряжения при постоянной деформации.

ции материала применительно к легкодеформируемым волокнистым композитам.

Материал и методы исследований

Объектом исследований являются легкодеформируемые волокнистые материалы (ЛДВМ), а их предметом – моделирование процесса релаксации ЛДВМ при постоянной деформации. При проведении исследований использовались аналитические методы, базирующиеся на использовании механических аналогов, в сочетании с экспериментальными подходами.

Результаты исследования и их обсуждение

Деформационно-релаксационный характер поведения легкодеформируемых материалов при действии внешних механических сил значимо отражается на качестве готовых изделий. Однако эти вопросы далеко не всегда учитываются в практике проектирования и выборе пакета материалов на изделие. Причиной тому являются недостаточные исследования механизма деформационно-релаксационных процессов, протекающих в структуре материалов и конструктивно-технологических блоках изделий при выполнении технологических операций. Для формализации процесса релаксации напряжения при постоянной деформации материала в той или иной степени могут быть использованы аналитические методы, базирующиеся на использовании механических аналогов, в сочетании с экспериментальными подходами [1–6, 8].

Одним из ключевых вопросов исследования напряжённо-деформированного состояния (НДС) легкодеформируемых композитных материалов является возможность определения посредством расчёта продолжительности процесса формования изделий для придания им устойчивой пространственной формы при выполнении операции влажно-тепловой обработки и обеспечения ее устойчивости при эксплуатации [2, 7]

Вследствие нелинейности процесса релаксации напряжения композитных матери-

алов для условий постоянной деформации в работе в качестве базовой принята механическая модель Фойгта – Кельвина, математическое отображение которой имеет вид [1]

$$\frac{d\delta}{dt} + \frac{1}{\lambda_2 \eta} \delta = \frac{1}{\eta} \left(1 + \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \right) P + \lambda_1 \frac{dP}{dt}, \quad (1)$$

где λ_1 и λ_2 – податливости упругих элементов; η – вязкость демпфера; P – сила нагружения.

В качестве одного из упругих элементов этой модели для приближения к реальному процессу релаксации напряжения при постоянной деформации в задачу аналитических исследований введём негуковское звено Лидермана [5] (рис. 1).

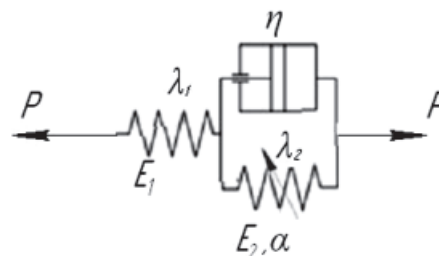


Рис. 1. Трёхпараметрическая модель Фойгта – Кельвина – Лидермана

В этом варианте деформация (ϵ_2) негуковского звена моделируется в контексте релаксации напряжённо-деформированного состояния исследуемой части тела с некоторым переменным коэффициентом $\alpha = \varphi(\sigma)$ условного модуля упругости E_2 .

$$\epsilon_2 = \frac{\sigma(t)}{E_2} [1 + \alpha \sigma(t)]. \quad (2)$$

Переходя к использованию негуковского элемента Лидермана в механической модели Фойгта – Кельвина с учетом (2) при одноосном нагружении, будем иметь

$$\frac{d\epsilon}{dt} + \frac{[1 + \alpha \sigma(t)] E_2 \epsilon}{\eta} = \frac{1}{E_1} \frac{d\sigma}{dt} + \frac{1}{\eta} \frac{[E_1 + (1 + \alpha \sigma(t)) E_2]}{E_1} \sigma(t), \quad (3)$$

где ϵ – приведенная деформация модели материала; E_1 и E_2 – соответствующие условные модули упругости элементов рассматриваемой механической модели; $\sigma(t)$ – текущее напряжение элементов модели вследствие релаксации силового взаимодействия.

При завершении процесса релаксации усилия после формования изделия при

влажнотепловой обработке (ВТО) значение приведенной деформации ϵ исследуемого тела принимает установившееся фиксированное значение, т.е. $\frac{d\epsilon}{dt} = 0$.

Исходя из этого и с учётом принятых допущений после выполнения преобразования (1), получим

$$\frac{[1 + \alpha\sigma(t)]E_2\varepsilon}{\eta} = \frac{1}{E_1} \dot{\sigma}(t) + \frac{1}{\eta} \frac{[E_1 + 1 + \alpha\sigma(t)]E_2}{E_1}, \quad (4)$$

где $\dot{\sigma}(t)$ – производная от параметра σ .

Решая уравнение (4) относительно $\dot{\sigma}(t)$, получим

$$\dot{\sigma}(t) = \frac{E_2[1 + \alpha\sigma(t)][E_1\varepsilon - \sigma(t)]}{\eta} - \frac{E_1\varepsilon}{\eta}. \quad (5)$$

Для удобства аналитического исследования модели введём условные константы реологических свойств элементов композитного материала:

$$A = \frac{E_1}{\eta}; \quad B = \frac{E_2}{\eta}. \quad (6)$$

Тогда выражение (5) примет вид

$$\dot{\sigma}(t) + A\sigma(t) = B[E_1\varepsilon - \sigma(t)][1 + \alpha \cdot \sigma(t)]. \quad (7)$$

Проведя дополнительные преобразования уравнения (7), что принципиально

важно для расчетов, получим в символьной форме функцию $\alpha = \varphi(\sigma)$:

$$\alpha = \varphi(\sigma) = -\frac{\dot{\sigma}(t) + B[\sigma(t) - E_1\varepsilon] + A\sigma(t)}{B[\sigma(t)(\sigma(t) - E_1\varepsilon)]}. \quad (8)$$

Полученная функция $\alpha = \varphi(\sigma)$ представляет собой трансцендентное уравнение, которое может быть решено численными методами, но только в случае, если для материала известна функция релаксации напряжения при фиксированной деформации $\sigma(t)$. Для приведения коэффициентов A и B к известным реологическим свойствам [2], введя в анализ постоянную времени процесса (параметр T_R), воспользуемся соотношениями (6).

$$T_R = \frac{\eta}{E_1 + E_2}. \quad (9)$$

Приведённый показатель упругости рассматриваемого тела механической модели композитного материала будет иметь вид

$$E_\infty = \frac{E_1 \cdot E_2}{E_1 + E_2}, \quad (10)$$

где с учётом (6) получим

$$\frac{1}{E_\infty} = \left(\frac{1}{E_1} + \frac{1}{E_2} \right) \frac{\eta}{\eta} = \frac{1}{A\eta} + \frac{1}{B\eta}; \quad (11)$$

$$E_\infty = \frac{AB\eta^2}{\eta(A+B)} = \frac{AB\eta}{(A+B)} = \frac{BE_1}{(A+B)}. \quad (12)$$

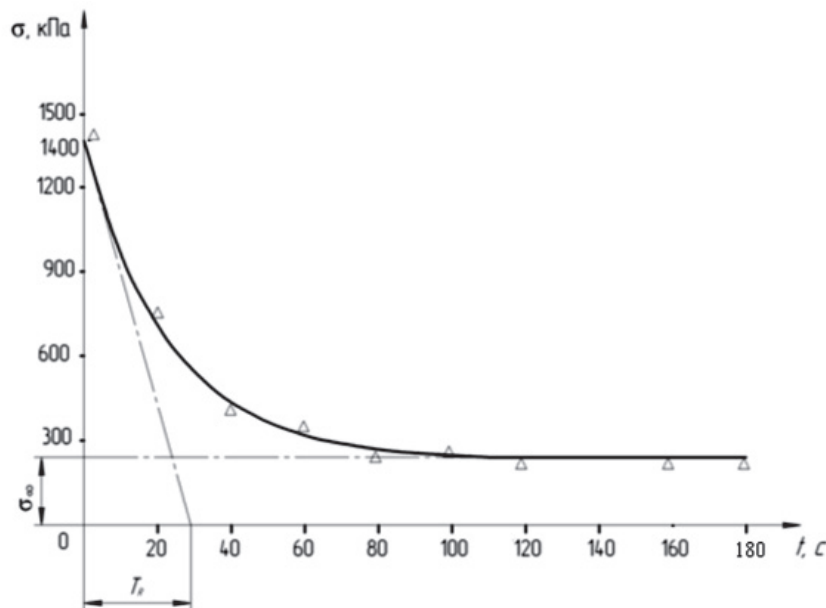


Рис. 2. Экспериментальные результаты релаксации напряжения при влажно-тепловой обработке 120°C и фиксированной деформации (вид материала: ткань костюмная; волокнистый состав: шерсть 57%, полиэфир 43%)

Решая систему уравнений (11) и (12), получим расчётные значения постоянных A и B .

$$A = \frac{E_1 - E_2}{E_1 \cdot T_R}; \quad B = \frac{E_\infty}{E_1 \cdot T_R}.$$

Исходные реологические свойства для конкретного типа композитного материала

можно определить экспериментальным путем. Проведенные на базе стенда [7] экспериментальные исследования для костюмной ткани (волокнистый состав: 57% шерсть; 43% полиэфир) и полученные фрагменты результатов (рис. 2) позволяют определить искомые параметры:

$$T_R = 33,7 \text{ с}; \quad \sigma^{t=\infty} = 280 \text{ кПа}; \quad \varepsilon = 0,5; \quad \sigma^{t=0} = 1400 \text{ кПа}.$$

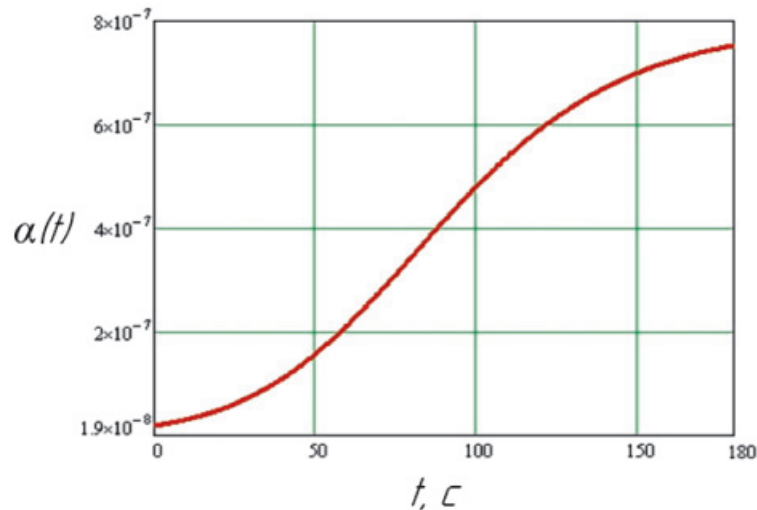


Рис. 3. Изменение коэффициента $\alpha = \varphi(t)$ условного модуля упругости

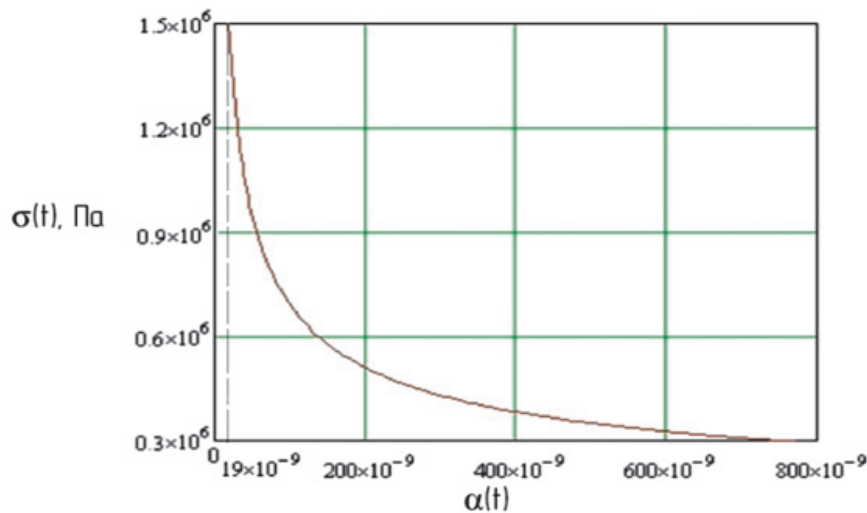


Рис. 4. Расчётная зависимость коэффициента $\alpha = f(\sigma)$ условного модуля упругости от релаксации напряжения при постоянной деформации

Таким образом, экспериментально определенная для рассматриваемой ткани функция релаксации напряжения при фиксированной деформации $\sigma(t)$ в виде эмпирической формулы имеет вид

$$\sigma(t) = 280 + 1125 e^{-\frac{t}{T_R}}.$$

На базе полученных данных с использованием пакета программ MhatCad14 определены численные значения функций $\alpha = f(\sigma)$, $\alpha = \varphi(t)$ и построены соответствующие графические зависимости (рис. 3; 4), позволяющие установить требуемые параметры технологической обработки, прежде

всего продолжительность процесса ВТО при формовании деталей изделий.

Заключение

Таким образом, при моделировании процесса релаксации ЛДВМ при фиксированной деформации показано, что расчётные значения коэффициента изменения модуля упругости оказывают влияние на него лишь в начальный период времени, когда действуют максимальные напряжения, а в ходе процесса релаксации усилия значение $\alpha = f(\sigma)$ стремится к нулевому значению, т.е. $\alpha = f(\sigma) \rightarrow 0$. При этом установлено, что для расчёта кинетики процесса релаксации напряжения при фиксированной деформации и оценки остаточного напряжения легкодеформируемых композитных материалов при их обработке в тепловом поле с определёнными допущениями можно пользоваться аналитикой на базе механической модели Фойгта – Кельвина [2].

Список литературы

1. Биргер И.А., Мавлютов Р.Р. Сопротивление материалов: учебное пособие. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. – 560 с.
2. Железняков А.С., Шеромова И.А., Старкова Г.П. Моделирование и автоматизация подготовительных процессов швейного производства. – Новосибирск: Сибвузиздат, 2007. – 204 с.
3. Клименко А.Я., Герасимова А.Н., Павлов В.И. Исследование релаксационных свойств тканей некоторых структур // Известия вузов. Технология легкой промышленности. – 1977. – № 5. – С. 51–55.
4. Колтунов М.А. Ползучесть и релаксация. – М.: Высшая школа, 1976. – 277 с.
5. Милашюс В. Исследование текстильных материалов при постоянной деформации // Известия вузов. Технология легкой промышленности. – 1974. – № 4. – С. 36–39.
6. Павлов В.И., Аскадский А.А., Слонимский Г.Л. Графоаналитический способ расчёта механических характеристик материала по релаксации напряжения при постоянной деформации // Механика полимеров. – 1965. – № 6. – С. 16–19.

7. Старкова Г.П., Данилов А.А., Слесарчук И.А., Железняков А.С. Устройство для исследования кинетики релаксации напряженного состояния легкодеформируемых материалов при фиксированной деформации // Патент РФ № 2399913. 2010. Бюл. № 26.

8. Смирнов В.И. Курс высшей математики. – Т.2 – М.: Наука, 1974. – 656 с.

References

1. Birger I.A., Mavlyutov R.R. *Soprotivlenie materialov: Uchebnoe posobie* [Strength of materials: a manual]. Moscow, The Science Publ. Editorial physical-Mat. Literature, 1986. 560 p.
2. Zheleznyakov A.S., Sheromova I.A., Starkova G.P. *Modelirovanie i avtomatizatsiya podgo-tovitel'nykh protsessov shvejnogo proizvodstva* [Modeling and automation of the preparation processes of garment production]. Novosibirsk, Sibvuzizdat Publ., 2007, 204 p.
3. Klimenko A.YA., Gerasimova A.N., Pavlov V.I. *Izvestiyavuzov. Tekhnologiya legkoj promyshlennosti – Of the universities. Technology of light industry*, 1977, no. 5, pp. 51–55.
4. Koltunov M.A. *Polzuchest' i relaksatsiya* [Creep and relaxation]. Moscow, High School Publ., 1977, 277 p.
5. Milashyus V. *Izvestiyavuzov. Tekhnologiya legkoj promyshlennosti – Of the universities. Technology of light industry*, 1974, no. 4, pp. 36–39.
6. Pavlov V.I., Askadskij A.A., Slonimskij G.L. *Mekhanika polimerov*. [Mechanics of Polymers], 1965, no 6, pp. 16–19.
7. Patent RU no 2399913, 20. 09. 2010.
8. Smirnov V.I. *Kurs vysshej matematiki*. [The course of higher mathematics.]. T. 2. Moscow, The Science Publ., 1974, 656 p.

Рецензенты:

Мансуров Ю.Н., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Материаловедение и технология материалов» Инженерной школы, профессор кафедры «Инноватика, качество, стандартизация и сертификация», Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток;

Бойцова Т.М., д.т.н., профессор, директор института сервиса, туризма и дизайна, ФГБОУ ВПО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса» Минобрнауки РФ, г. Владивосток.

Работа поступила в редакцию 28.11.2014.

УДК 621.001.5+004.89.002.53

ПРАКТИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕЛЕКОНСУЛЬТАЦИОННЫХ ЦЕНТРОВ НЕВРОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

¹Кухтевич И.И., ²Горюнова В.В., ²Горюнова Т.И.

¹ГОУ ДПО «Пензенский институт усовершенствования врачей»

Минздравсоцразвития России, Пенза, e-mail: gvv17@mail.ru;

²ФГОУ ВПО «Пензенский государственный технологический университет», Пенза

Представлен краткий обзор решений в области создания и использования телеконсультационных медицинских центров. Рассматриваются аспекты и функции использования телемедицинских центров неврологического профиля. Рассматриваются вопросы создания баз знаний онтологического типа. Определяются первоочередные задачи телемедицины в области обеспечения консультативной неврологической помощи. Первоочередными задачами телемедицины в области обеспечения консультативной неврологической помощи неврологического профиля являются: консультации сложных больных на различных этапах оказания помощи, экстренные консультации больных, находящихся в критическом состоянии, консультации в процессе оказания помощи пострадавшим в чрезвычайных ситуациях, догоспитальное консультирование больных для уточнения предварительного диагноза / метода лечения и решения вопроса о месте и сроках предстоящего лечения. Необходимым условием является обеспечение невролога-консультанта полноценной исходной информацией (идентичной имеющейся у лечащего врача) для принятия решения (выдачи заключения) по диагностике, плану дальнейшего обследования и лечению пациентов.

Ключевые слова: телемедицинские системы, неврология, онтология, базы знаний, телемедицинские центры

PRACTICE OF DESIGN AND USE OF CENTRES TELECONSULTATION NEUROLOGY

¹Kukhtevich I.I., ²Goryunova V.V., ²Goryunova T.I.

¹Penza State Medical Refresher Institute, Penza, e-mail: gvv17@mail.ru;

²Penza State Technological University, Penza

We have presented a brief review of the decisions in the development and use of tele-consultation centers. Also, we have taken into account an aspects of the use and function, of telemedicine neurological centers, and creating a knowledge base of ontological type. In the meantime, we have defined priorities in the field of telemedicine to provide advice neurological care. The primary tasks of telemedicine in the field of provision advisory neurological assistance of neurological care are: consultations of complex patients at different stages of care, urgent consultations of patients who are in critical condition, consultation in the process of victim assistance in emergency situations, pre-hospital counseling patients to refine the preliminary diagnosis / treatment and a decision about the venue and dates of the upcoming treatment. A necessary condition is provision of consultant neurologist full background information (identical with doctor) to make a decision (to issue resolutions) for the diagnosis, plan of further examination and treatment of patients.

Keywords: telemedicine systems, neurology, ontology, knowledge base, telemedicine centers

Телемедицинские технологии — это лечебно-диагностические консультации, управленческие, образовательные, научные и просветительские мероприятия в области здравоохранения, реализуемые с применением телекоммуникационных технологий («медицина на расстоянии») [13].

Телемедицина, будучи с формальной точки зрения прямым продолжением существовавшей ранее дистанционной диагностики, развивается на качественно иной технологической основе, в том числе технологии «инженерии онтологий» [1, 2, 9, 14], и предполагает возможность диалога между специалистами, включая анализ статической (рентгенограммы, ЭКГ, ЭЭГ и др.) и динамической (видео- и аудиофрагменты) информации о больном. Возможность совместного

обсуждения всего комплекса медицинских данных предоставляет система видеоконференцсвязи (ВКС), обеспечивающая аудио-, видеообмен в реальном времени. Телемедицинские технологии должны функционировать в рамках действующего законодательства Российской Федерации и нормативных правовых актов в области охраны здоровья населения, медицинского образования, информатики и связи.

Основные направления применения ТМ технологий и роль телемедицинских консультаций неврологического профиля

Развитие телемедицинских технологий основано на передовых информационных и телекоммуникационных технологиях [3–7].

Web-серверы клинических институтов и ЛПУ могут использоваться для размещения деперсонифицированной информации о трудных для диагностики и лечения случаях в целях получения рекомендаций от профильных специалистов.

Информационные базы данных по направлениям медицины – о новых методах диагностики и лечения, по вопросам организации лечебно-профилактической помощи (включая сведения о предоставляемых телемедицинскими центрами услугах) целесообразно помещать на Web-серверах профильных институтов, где могут быть размещены и так называемые «зеркальные» серверы международных и европейских медицинских организаций (на языке оригинала и / или в переводе на русский язык) [8].

Справочно-консультативные системы обеспечивают совершенствование медицинского обслуживания населения, информируя его о предоставляемых услугах (включая высокие технологии) и обеспечивая осознанный выбор учреждения для последующего лечения.

Организация справочно-информационных Web-сайтов различного уровня (окружных координационных советов по здравоохранению, органов управления здравоохранением субъектов Российской Федерации и др.) должна быть скоординирована с системой аналогичной Федеральной службы, где обеспечивается функционирование совместного интернет-портала Минздрава России и РАМН.

Библиотечные Web-серверы должны обеспечивать доступ к каталогам библиотек и содержать библиографическую информацию, реферативные подборки, методические материалы, учебные пособия. При возможности должен обеспечиваться дистанционный доступ к первоисточникам (журналам, трудам конференций и т.п.).

Web-серверы учреждений, занимающихся вопросами повышения квалификации, должны содержать научно-методическую литературу и тестирующие программы, обеспечивающие подготовку врачей к сертификации [10, 11, 12].

Интернет-медицина в перспективе должна получить новый импульс в своем развитии как компонент Интернета нового поколения, объединяющего с помощью высокоскоростных телекоммуникационных каналов связи суперкомпьютерные вычислительные и информационные ресурсы.

Формирующаяся российская телемедицинская сеть обеспечивает доступ к специализированной помощи больным территориально удаленных ЛПУ. Ряд научных учреждений и регионов начали самостоя-

тельно разрабатывать и реализовывать различные подходы к оказанию телемедицинских услуг.

Расширение сети телемедицинских центров обеспечит возможность проведения телеконсультаций по широкому спектру патологии.

Предоставление телемедицинских консультаций по заболеваниям неврологического профиля представляется особенно важным, актуальным и своевременным.

По этому профилю заболеваний основными направлениями применения ТМ технологий являются :

1. Телемедицинская консультация / теленаставничество (связь организуется по схеме «точка – точка», что обеспечивает обсуждение больного лечащим врачом с консультантом / методическую помощь специалиста или преподавателя врачу или студенту).

2. Телемониторинг (телеметрия) функциональных показателей (связь организуется по схеме «много точек – точка», когда данные многих пациентов передаются в консультативный центр).

3. Телемедицинская лекция / семинар (связь организуется по схеме «точка – много точек», при которой лектор (преподаватель) может обращаться ко всем участникам одновременно, а они в свою очередь могут обращаться к лектору, при отсутствии возможности общаться друг с другом).

4. Телемедицинское совещание / консилиум / симпозиум (связь организуется по схеме «много точек» (сети), в результате чего все участники могут общаться друг с другом).

Эти направления обеспечивают соответственно реализацию:

1) консультаций в ходе лечебно-диагностического процесса / эвакуационных мероприятий или обучения;

2) контроля жизненно важных функций организма;

3) образовательных (в том числе популярных) лекций и семинаров, дистанционного тестирования / экзаменов;

4) обмена мнениями (отчета) при дистанционном проведении коллегий (совещаний, советов), медицинских консилиумов, научных заседаний.

В ходе подготовки и реализации сети телеконсультаций неврологического профиля был исследован опыт различных телемедицинских пунктов. При этом было выявлено, что проведению плановых телемедицинских мероприятий в режиме реального времени (с использованием видеоконференцсвязи) предшествует большая подготовительная работа по обмену информацией.

Первоочередными задачами телемедицины в области обеспечения консультатив-

ной неврологической помощи неврологического профиля являются:

- консультации сложных больных на различных этапах оказания помощи;
- экстренные консультации больных, находящихся в критическом состоянии;
- консультации в процессе оказания помощи пострадавшим в чрезвычайных ситуациях;
- догоспитальное консультирование больных для уточнения предварительного диагноза / метода лечения и решения вопроса о месте и сроках предстоящего лечения.

Обеспечение телеконсультативной помощи при решении вопросов диагностики, лечения (в том числе хирургического), реабилитации больных предполагает возможность работы в режимах on-line и off-line, т.е. непосредственно в момент обращения или в виде отсроченной консультации в согласованное время, а также в форме обмена данными и мнениями по электронной почте. Необходимым условием является обеспечение консультанта полноценной исходной информацией (идентичной имеющейся у лечащего врача) для принятия решения (выдачи заключения) по диагностике, плану дальнейшего обследования и лечению пациентов. Данный подход при работе в режиме видеоконференции предполагает

возможность прямых консультаций в процессе оперативного вмешательства / обследования и даже дистанционное проведение операции (телехирургия) при определенном уровне технического оснащения.

При чрезвычайных ситуациях, наряду с использованием ТМЦ ЛПУ, должно предусматриваться применение мобильных систем для экстренной телеконсультативной поддержки врачей-неврологов в составе специализированных бригад

1) по поводу уточнения диагноза и/или тактики ведения на различных этапах;

2) в отношении целесообразности транспортировки пострадавших в специализированное учреждение;

3) при оказании помощи (в том числе в процессе оперативного вмешательства).

Телемедицинским центром «Интернет-неврология» должны быть реализованы следующие основные направления деятельности:

- проведение телелекций и сертификационных циклов по неврологии, нейрохирургии, отоневрологии, нейроурологии, статистическому анализу данных клинических и эпидемиологических исследований, доказательной медицине и клинической эпидемиологии (перечень лекций см. в таблице)

Перечень лекций

№ п/п	Название лекции
1.	Сосудистая патология мозга: достижения и перспективы
2.	Артериальная гипертензия и инсульт
3.	Нейровизуализация при цереброваскулярной патологии
4.	Современные методы лечения геморрагических инсультов
5.	Современные методы лечения ишемических инсультов
6.	Основы нейрореаниматологии
7.	Патоморфология нарушений мозгового кровообращения
8.	Хронические сосудистые заболевания головного мозга
9.	Редкие причины острых нарушений мозгового кровообращения
10.	Реабилитация больных после инсульта (в т.ч. ранняя реабилитация)
11.	Патогенетическая терапия ишемических инсультов
12.	Антитромботическая терапия при цереброваскулярной патологии
13.	Антигипертензивная терапия при цереброваскулярной патологии
14.	Основы кардионеврологии
15.	Профилактика повторных инсультов
16.	Артериальная гипертензия и инсульт
17.	Ботулинотерапия в неврологической практике

• проведение заочных и очных телемедицинских (ТМ) консультаций пациентов с неврологическими и нейрохирургическими заболеваниями. ТМ-консультации – это телеконференции между двумя ТМ центрами в режиме реального времени (с передачей видео- и аудиосигналов) с уча-

стием пациента и врачей. По результатам телеконсультации может быть предложена госпитализация в клинические отделения

Для проведения заочной телемедицинской консультации пациент должен предоставить документы в электронном формате:

■ подробная выписка или выписка из истории болезни давности не более трех месяцев, желательно в текстовом, а не в графическом формате;

■ подробные результаты проведенных исследований (желательно также прислать результаты томографических, электрофизиологических и др. исследований, если они проводились, в графическом формате или формате DICOM*);

■ подробное описание проведенного лечения и его результатов (желательно в текстовом формате).

При консультации случая консультант составляет заключение на основании присланных документов, которое в соответствии с Вашим запросом может включать:

■ заключение о достоверности диагноза;

■ заключение о необходимости проведения дополнительных обследований и/или предоставления дополнительной информации;

■ заключение об адекватности проводимого лечения, в т.ч. о необходимости дополнительных назначений;

■ заключение о целесообразности госпитализации или проведения очной консультации.

От степени подробности и качества предоставленной консультанту информации зависит надежность его заключения. В случае предоставления неполной информации и невозможности составления конкретного заключения возврат денег не производится.

Заключение консультанта носит рекомендательный характер. Юридическую ответственность за пациента несет его лечащий врач.

Очные ТМ консультации – это телеконференции в режиме реального времени (с передачей видео- и аудиосигналов) с участием пациента и врача.

При проведении консультаций могут быть использованы различные медицинские изображения, примерный перечень которых приведен ниже:

● Магнитно-резонансная томография головного мозга, в т.ч. с введением контрастного вещества.

● Магнитно-резонансная томография одного из отделов позвоночника и спинного мозга (шейного, грудного или пояснично-крестцового), в т.ч. с введением контрастного вещества.

● Магнитно-резонансная томография головного мозга в режиме ангиографии.

● Магнитно-резонансная ангиография сосудов шеи с введением контрастного вещества.

● Рентгеновская компьютерная томография головного мозга, в т.ч. с введением контрастного вещества.

● Рентгеновская компьютерная томография одного из отделов позвоночника и спинного мозга (шейного, грудного или пояснично-крестцового), в т.ч. с введением контрастного вещества.

● Рентгеновская компьютерная томография орбит и придаточных пазух носа.

● Пункционная каротидная (аксиллярная) ангиография.

● И другое.

Заключение

Применение методов телемедицины в лечебном процессе позволяет не только значительно ускорить оказание медицинской помощи при лечении нервных болезней, но и повысить ее эффективность [14] и уровень качества жизни населения. Для практического использования в системе здравоохранения не менее важен и высокий образовательный потенциал телемедицинских технологий – более опытные врачи-неврологи могут читать медицинские образовательные курсы для удаленных пунктов при помощи телекоммуникационных технологий. Телемедицина, несомненно, может оказать значительное воздействие на систему лечебно-профилактической помощи населению, на развитие науки, на внедрение новых медицинских технологий, на подготовку и усовершенствование кадров.

Список литературы

1. Горюнова В.В. Онтологический подход к проектированию систем технического обслуживания // Автоматизация и современные технологии. – 2009. – № 12. – С. 24–29.
2. Горюнова В.В. Использование модульных онтологий при создании центров обработки данных медицинского назначения // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. – 2011. – № 1. – С. 300–303.
3. Жилиев П.С., Горюнова Т.И. Проект развития сети телемедицинского консультирования для решения задач лечебной профилактики и диагностики // 5 межрегиональная научно-практическая конференция студентов и аспирантов «инновационные технологии в экономике, информатике, медицине и биотехнологиях»: тезисы докл. конф. – Пенза: ПГТА, 8–9 ноябр. 2012. – С. 34–37.
4. Горюнова Т.И. Исследование и разработка рекомендаций по оптимизации внедрения технологий телемедицины // 5 межрегиональная научно-практическая конференция студентов и аспирантов «инновационные технологии в экономике, информатике, медицине и биотехнологиях»: тезисы докл. конф. – Пенза: ПГТА, 8–9 ноябр. 2012. – С. 37–41.
5. Горюнова Т.И. [и др.] Основные характеристики корпоративного сайта медико-социального назначения // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 8–1. – С. 63–64.
6. Горюнова Т.И. Социологические аспекты исследований по оптимизации внедрения технологий телемедицины // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 8–1. – С. 67–68.
7. Жилиев П.С., Горюнова В.В. Проект регионального центра телемедицинского консультирования // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 8–1. – С. 68–69.
8. Горюнова Т.И., Щелбанова И.В. Разработка алгоритма рубрицирования медико-социальных данных // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 8–1. – С. 68–69.

9. Горюнова В.В. [и др.] Особенности проектирования интегрированных медицинских систем на основе концептуальных спецификаций // *Фундаментальные исследования*. – 2013. – № 11–9. – С. 67–73.

10. Горюнова В.В., Горюнова Т.И., Жиляев П.С. Многоуровневые структуры интегрированных медицинских систем // *Современные наукоемкие технологии*. – 2014. – № 5–1. – С. 122–122.

11. Жиляев П.С., Горюнова Т.И., [и др.] Автоматизированные системы для организации профилактических осмотров населения // *Современные наукоемкие технологии*. – 2014. – № 5–1. – С. 126–126.

12. Жиляев П.С., Горюнова Т.И., Завьялова Д.А. Внедрение информационно-аналитической системы «барс». Web-мониторинг здравоохранения // *Современные наукоемкие технологии*. – 2014. – № 5–1. – С. 126–127.

13. Жиляев П.С., Горюнова Т.И. Организация телемедицинской системы пензенской области // *Современные наукоемкие технологии*. – 2014. – № 5–1 – С. 127–127.

14. Горюнова В.В. [и др.] Использование информационных технологий и концептуальных спецификаций при оценке качества жизни населения // *Современные наукоемкие технологии*. – 2014. – № 5–1. – С. 130–131.

References

1. Gorjunova V.V. Avtomatizacija i sovremennye tehnologii, 2009, no. 12, pp. 24–29.

2. Gorjunova V.V. Innovacii na osnove informacionnyh i kommunikacionnyh tehnologij, 2011 no. 1, pp. 300–303.

3. Zhiljaev P.S., Gorjunova T.I. 5 mezhregional'naja nauchno-prakticheskaja konferencija studentov i aspirantov «innovacionnye tehnologii v jekonomike, informatike, medicinei biotehnologijah» (Proc. 5th Reg. Conf. «Innovative technologies in the economy, science, medicine and biotechnology, PGTA»). Penza, 2012, pp. 34–37.

4. Gorjunova T.I. 5 mezhregional'naja nauchno-prakticheskaja konferencija studentov i aspirantov «innovacionnye

tehnologii jekonomike, informatike, medicinei biotehnologijah» (Proc. 5th Reg. Conf. «Innovative technologies in the economy, science, medicine and biotechnology, PGTA»). Penza, 2012, pp. 37–41.

5. Gorjunova T.I. [i dr.] Sovremennye naukoemkie tehnologii, 2013, Vol. 1, no.8, pp. 63–64.

6. Gorjunova T.I. Sovremennye naukoemkie tehnologii, 2013, Vol. 1, no.8, pp. 67–68.

7. Zhiljaev P.S., Gorjunova V.V. Sovremennye naukoemkie tehnologii, 2013, Vol. 1, no.8, pp. 68–68.

8. Gorjunova T.I., Shhelbanina I.V. Sovremennye naukoemkie tehnologii, 2013, Vol. 1, no.8, pp. 68–69.

9. Gorjunova V.V. [i dr.] Fundamental'nye issledovanija, 2013, Vol. 9, no.11, pp. 67–73.

10. Gorjunova V.V., Gorjunova T.I., Zhiljaev P.S. Sovremennye naukoemkie tehnologii, 2014, no. 5, pp. 122–122.

11. Zhiljaev P.S. [i dr.] Sovremennye naukoemkie tehnologii, 2014, Vol. 1, no.5, pp. 126–126.

12. Zhiljaev P.S., Gorjunova T.I., Zav'jalova D.A. Sovremennye naukoemkie tehnologii, 2014, Vol. 1, no. 5, pp. 126–127.

13. Zhiljaev P.S., Gorjunova T.I. Sovremennye naukoemkie tehnologii, 2014, Vol. 1, no.5, pp. 127–127.

14. Gorjunova V.V. [i dr.] Sovremennye naukoemkie tehnologii, 2014, Vol. 1, no.5, pp. 130–131.

Рецензенты:

Михеев М.Ю., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Информационные технологии и системы», ПензГТУ, г. Пенза;

Мартынова Г.И., д.м.н., доцент, профессор кафедры неврологии ГБОУ ДПО ПИУВ Минздрава России, г. Пенза.

Работа поступила в редакцию 28.11.2014.

УДК 004.891.2, 004.896

КОМПЛЕКС КРИТЕРИЕВ И АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ СОЗДАНИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ НАРУЖНЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ

Ломакин В.В., Лифиренко М.В., Асадуллаев Р.Г.

ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»,
Белгород, e-mail: lomakin@bsu.edu.ru

Статья посвящена разработке инструментальных средств для поддержки принятия решения при создании систем управления наружным освещением. Приведена схема жизненного цикла автоматизированных систем управления наружным освещением, определена необходимость разработки средств поддержки принятия решений на этапах создания и модификации. Получен комплекс критериев для оценки интенсивности свойств проявления функций системы управления наружным освещением. Предложен новый метод для выявления и возможной корректировки конкретных суждений, влияющих на низкую согласованность парных сравнений. Определена последовательность шагов для получения более согласованных суждений на основе применения предложенного метода. Разработаны алгоритмы, решающие задачи повышения согласованности экспертных оценок в процессе принятия решений и выбора метода корректировки матрицы парных сравнений. Предложенные методы и алгоритмы используются авторами в разработанном ими программном обеспечении.

Ключевые слова: принятие решений, комплекс критериев, парные сравнения, согласованность матрицы парных сравнений, обработка экспертных данных, система управления наружным освещением

SET OF CRITERIA AND ALGORITHMIC SUPPORT FOR DECISION-MAKING IN CONTROL SYSTEMS OF EXTERNAL LIGHTING

Lomakin V.V., Lifirenko M.V., Asadullaev R.G.

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Professional Education «Belgorod National Research University», Belgorod, e-mail: lomakin@bsu.edu.ru

The article is devoted to the development of tools for decision making support in creating outdoor lighting control systems. The scheme of the life cycle of the outdoor lighting automated control systems was shown, the need to develop decision support tools during the stages of the creation and modification was determined. Set of criteria for evaluating of the intensity of outdoor lighting control system development features was received. The new method for the detection and possible correction of specific judgments that affect the low consistency of pair comparisons was proposed. The sequence of steps for a more consistent judgments on the basis of the proposed method application was defined. The algorithms that solve the problems of increasing the consistency of expert judgments in decision-making and the choice of adjustment method for paired comparisons matrix. The proposed methods and algorithms were used in software developed by the authors.

Keywords: decision-making, set of criteria, pair comparisons, coherence of a matrix of pair comparisons, processing of expert data, external lighting control system

В настоящее время развитие общества неразрывно связано с вопросом о технико-технологическом развитии, меняющем среду обитания человека. Среда обитания человека, наполненная техногенными элементами, трансформируется, изменяя естественные характеристики, адаптируясь к требованиям и запросам человека. Риски бесконтрольного развития технико-технологической сферы создают вероятность возникновения неверных сценариев техногенной эволюции. Превентивные формы нивелирования негативных последствий стохастического развития могут быть предложены в виде систем управления техносредой обитания человека. Указанные вопросы очень сложно вписать в рамки определенной схемы решения. Однако выходом здесь может являться приведение данных задач

к типу слабоструктурированных, в связи с чем необходима разработка методов и средств решения данного класса задач.

Проблема повышения энергоэффективности является одной из важных задач в техногенной эволюции на современном этапе. Решение данной проблемы в экономике в текущей ситуации является антикризисной мерой не только в масштабе государственного развития, но и в цивилизационном масштабе, что обусловлено тесной взаимосвязью энергетической отрасли со всей средой обитания человека. Наряду с осознанием этой важности, существует реальный недостаток объективной информации, которая бы позволяла выстраивать четкий план перехода на новые технологии и модернизации старых. Одной из областей, где могут быть активно внедрены энерго-

сберегающие технологии, является управление наружным (уличным) освещением.

Жизненный цикл (ЖЦ) автоматизированной системы – развитие системы, начиная со стадии разработки концепции и заканчивая прекращением применения системы. Из этого определения следует, что идентификация и выбор модели ЖЦ, в первую очередь касается таких вопросов, как определенность и стабильность требований, жесткость и детализированность плана работ, а также частота выпуска новых версий программных средств. Модели жиз-

ненного цикла делят на три основные: каскадная, итерационная, спиральная. Предпочтительной для автоматизированных систем управления наружным освещением (АСУНО) является спиральная модель ЖЦ, так как разработка АСУНО связана с плохой детализированностью работ, их сложностью и необходимостью частого выпуска новых прототипов системы [3].

Обобщенно последовательность создания и модификации АСУНО по спиральной модели можно представить в виде схемы (рис. 1).

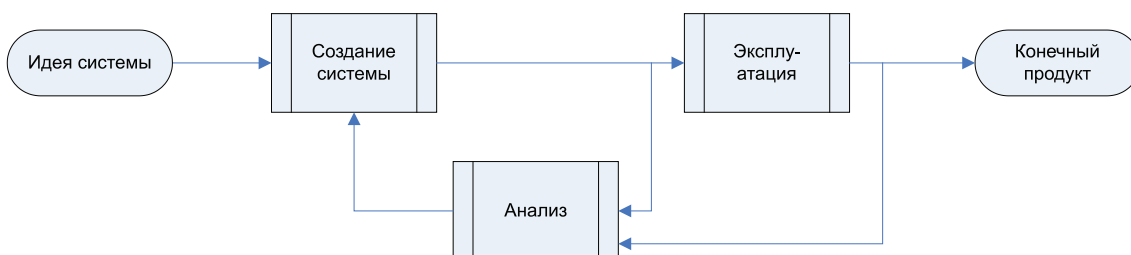


Рис. 1. Обобщенная схема разработки АСУНО по спиральной модели

На каждой итерации проектирования и разработки системы функции должны проходить объективную экспертную оценку в соответствии с определенным набором требований, поэтому необходимо решение задачи ранжирования функций системы.

Для ранжирования функций системы необходимо определить систему критериев, а также выбрать соответствующий метод принятия решений. Ввиду того, что задача ранжирования функций относится к слабоструктурированным и многокритериаль-

ным, для принятия решений был выбран метод анализа иерархий (МАИ) [6].

Основная часть

Проведем систематизацию критериев, которые должны использоваться экспертами для оценки интенсивности свойств проявления отдельных функций системы. На наш взгляд, рационально распределить все критерии по кластерам, таким как экономические, технические и организационные. Выберем и опишем критерии, входящие в данные кластеры (рис. 2).

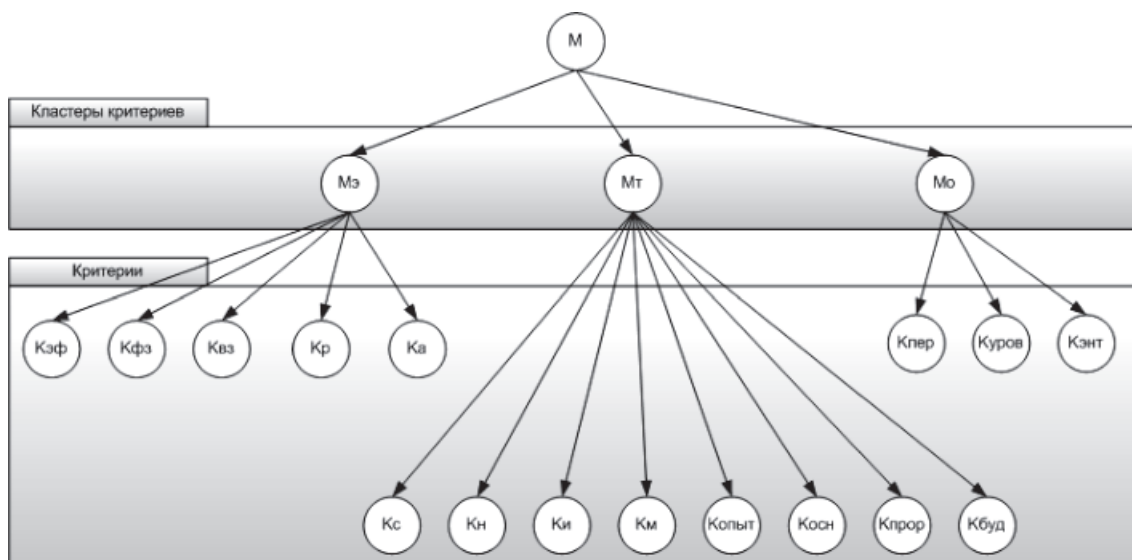


Рис. 2. Структура критериев в формализованном виде

Подмножество M_z состоит из K_z – экономический эффект от внедрения функции в систему, K_{fz} – финансовые затраты на реализацию функции, $K_{вz}$ – временные затраты, K_r – риск будущей не востребоваемости данной функции, K_a – актуальность данной функции.

Подмножество M_t (рис. 2) состоит из K_c – сложность реализации, K_n – влияние на надежность системы, K_i – интегрируемость с другими техническими решениями и системами, K_m – масштабируемость функционала, $K_{оп}$ – опыт реализации такого рода функционала, $K_{осн}$ – качество оснащения лаборатории, $K_{прор}$ – степень проработанности предложенных технических и технологических решений, $K_{буд}$ – влияние на будущие разработки.

Подмножество M_o состоит из 4 критериев: $K_{пер}$ – наличие персонала для реализации функции, $K_{уров}$ – уровень подготовки команды, $K_{энт}$ – энтузиазм команды для реализации функции.

При практическом использовании предложенного подхода для ранжирования функций возникли сложности, связанные с получением согласованных суждений экспертов. С одной стороны, МАИ ориентирован на формирование матрицы парных сравнений самим человеком, с другой стороны, существуют рекомендации о числовых границах параметров согласованности [7]. При практическом использовании методов принятия решений вопросы повышения степени со-

гласованности суждений достаточно сложны для лиц, принимающих решение (ЛПР), и экспертов. Поэтому возникла необходимость решения задачи повышения согласованности матриц парных сравнений со степенной калибровкой, используемых в МАИ. При исследовании методов повышения согласованности [4] были определены их недостатки, связанные со сложностью процесса и невозможностью определения конкретных суждений экспертов, имеющих наименьшую согласованность с другими суждениями.

Нами разработан новый метод для выявления и возможной корректировки конкретных суждений [2], влияющих на низкую согласованность парных сравнений. Опишем последовательность шагов для получения более согласованных суждений на основе применения предложенного метода [2]:

1. Построение по исходной матрице парных сравнений графа $G = \langle V, E \rangle$, где $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ – множество вершин, состоящих из элементов сравнения, $E = \{e_1, e_2, \dots, e_m\}$ – множество ребер, характеризующих наличие сравнительной оценки для пары вершин; n – количество элементов сравнения; m – количество сравнений, равное $\frac{n \cdot (n-1)}{2}$, если сравнение произведено для всех парами элементов.

2. Поиск максимального остовного подграфа в графе $G = \langle V, E \rangle$ [5].

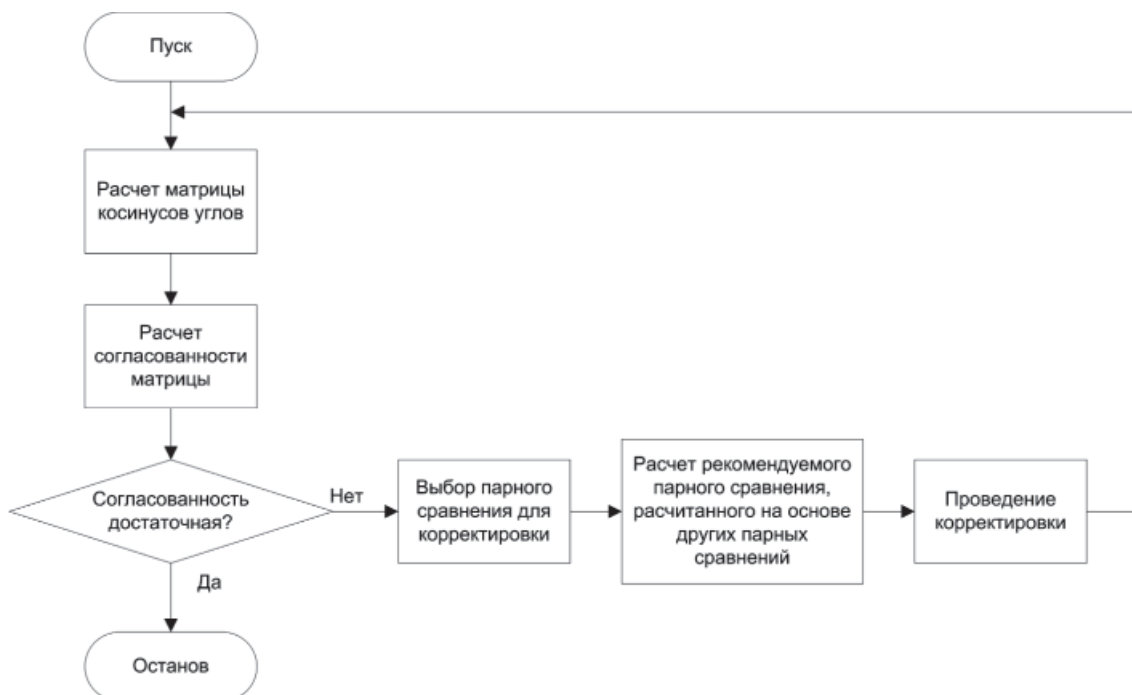


Рис. 3. Алгоритм повышения степени согласованности матрицы парных сравнений в итерационном режиме

3. Дополнение остовного графа до полного графа посредством перебора всех пар вершин остовного графа, которые не имеют прямой связи, нахождения для этих пар соответствующих значений и определения новых оценок $S' = \{s'_1, s'_2, \dots, s'_m\}$.

4. Приведение полученных оценок к оценкам по применяемой шкале

$$h = \frac{\max(S') - 1}{\max(S'') - 1},$$

где $\max(S')$ – максимальная сравнительная оценка в множестве оценок S' , которая определяет верхнюю границу рассчи-

танных оценок, а $\max(S'')$ – максимальная сравнительная оценка в множестве оценок S'' применяемой шкалы.

Процесс корректировки в полностью автоматическом режиме не всегда возможен, так как имеют место случаи с низкой согласованностью, когда при корректировке анализ исходных данных не дает полезной информации. В случае значительной рассогласованности исходных данных необходим итерационный процесс повышения согласованности, а в некоторых случаях корректировка не сможет помочь и необходимо проводить экспертный опрос повторно.

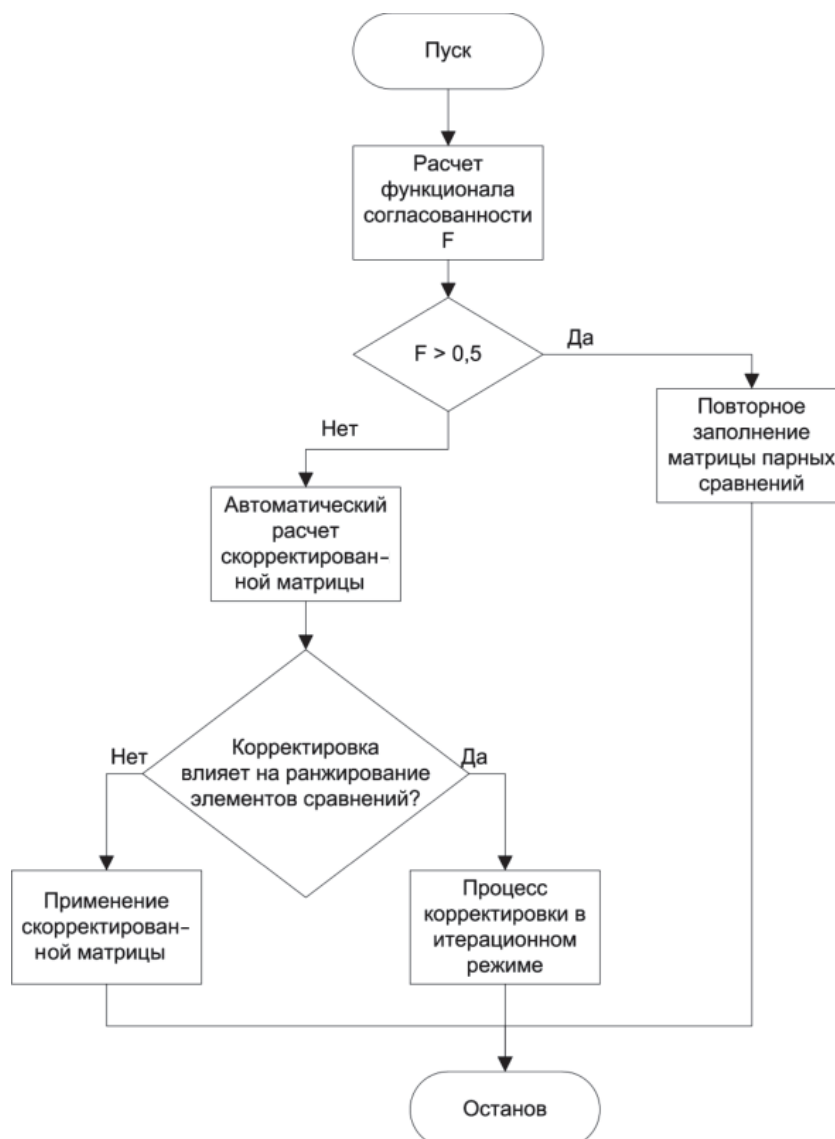


Рис. 4. Алгоритм выбора метода корректировки матрицы парных сравнений

В итерационном процессе корректировки определяется отдельный элемент сравнения, имеющий самую низкую степень согласованности, и выдается рекомендуемая оценка, при

этом окончательное значение пользователь определяет самостоятельно. Алгоритм процесса повышения степени согласованности в итерационном режиме представлен на рис. 3.

Для решения вопроса выбора способа повышения согласованности парных сравнений получим решающее правило, с помощью которого определяется один из методов корректировки: автоматическая, итерационная или повторный экспертный опрос.

Условие возможности осуществления автоматической корректировки является ситуация, когда после исправления матрицы в автоматическом режиме результат ранжирования элементов сравнения не изменился, при этом степень согласованности уменьшилась. Итерационный процесс корректировки возможен, когда исходные данные несут полезную информацию, и степень их согласованности достаточна для принятия решения о выборе конкретного элемента для возможной корректировки. На практике итерационный процесс целесообразен в случае, если значение предложенного нами в [2] функционала согласованности F меньше 0,5. В остальных случаях нельзя полагаться на экспертные данные, так как они противоречат друг другу, и необходимо проводить экспертный опрос повторно. Данное решающее правило реализовано в виде алгоритма (рис. 4).

Заключение

Таким образом, проанализирован жизненный цикл АСУНО и установлено, что необходимо осуществление поддержки принятия решений при создании и модификации системы. Для ранжирования функций АСУНО разработана система критериев. Выявлено, что при проведении процедуры принятия решений возникают сложности по достижению необходимой согласованности экспертных данных, и предложены алгоритмы их корректировки. Для выбора рационального режима корректировки разработано решающее правило, основанное на вычислении предложенного нами ранее функционала согласованности [2]. Предложенные методы и алгоритмы реализованы авторами в новой версии СППР «Решение» [1]. Разработанные инструментальные средства позволяют ранжировать функции АСУНО на этапах её создания и модификации.

Выводы

Внедрение методов поддержки принятия решений позволяет повысить эффективность создания АСУНО за счет учета совместного влияния качественных и количественных параметров на итоговый результат. Систематизированы критерии, на основании которых возможно ранжировать функции АСУНО в процессе создания и поэтапного внедрения. Предложенные алгоритмы повышения согласованности экспертных суждений позволяют повысить степень доверия к получаемым результатам, что является существенным аргументом для повышения обоснованности принимаемых решений. Разработанные инструменталь-

ные средства могут быть полезными при решении слабоструктурированных прикладных задач в различных сферах применения.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда, проект № 143800047 «Прогнозирование и управление социальными рисками развития техногенных человекомерных систем в динамике процессов трансформации среды обитания человека» при участии НИУ «БелГУ», ИСПИ РАН, ЮЗГУ.

Список литературы

1. Лифиренко, М.В. Система поддержки принятия управленческих решений на основе усовершенствованного аналитико-иерархического процесса / М.В. Лифиренко, В.В. Ломакин // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013616249 от 02.07.2013.
2. Ломакин, В.В. Алгоритм повышения степени согласованности матрицы парных сравнений при проведении экспертных опросов / В.В. Ломакин, М.В. Лифиренко // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 11. – С. 1798–1803.
3. Ломакин, В.В. Инструментальные средства поддержки жизненного цикла автоматизированных систем управления наружным освещением на основе экспертных методов принятия решений / В.В. Ломакин, М.В. Лифиренко, М.В. Михелев // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – Белгород, 2014. – № 5. – С. 196–200.
4. Cao D., Leung L.C. and J. Law Modifying inconsistent comparison matrix in analytic hierarchy process: a heuristic approach // Decision Support Systems. – 2008. – № 44(4) – P. 944–953.
5. Joseph. B. Kruskal, On the Shortest Spanning Subtree of a Graph and the Traveling Salesman Problem // Proc. AMS – 1956 – № 7(1) – P. 48–50.
6. Saaty T.L. Multicriteria Decision Making. The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation // University of Pittsburgh, RWS Publications – 1990 – P. 287.
7. Saaty T.L. How to make a decision the analytic hierarchy process // European Journal of Operational Research – 1990 – № 48 – P. 9–26.

References

1. Lifirenko, M.V. System support management decisions based on improved analytic hierarchy process / M.V. Lifirenko, V.V. Lomakin // Certificate of state registration of the computer no. 2013616249 of 02.07.2013.
2. Lomakin, V.V. Algorithm to enhance the coherence of paired comparisons matrix when carrying out expert surveys / V.V. Lomakin, M.V. Lifirenko // Fundamental research. 2013. no. 11. pp. 1798–1803.
3. Lomakin, V.V. Tools of support of life cycle of automated control systems for external lighting on the basis of expert methods of decision-making / V.V. Lomakin, M.V. Lifirenko, M.V. Mihelev // Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. Belgorod, 2014. no. 5. pp. 196–200.
4. Cao D., Leung L.C. and J. Law Modifying inconsistent comparison matrix in analytic hierarchy process: a heuristic approach // Decision Support Systems. 2008. no. 44(4). pp. 944–953.
5. Joseph. B. Kruskal, On the Shortest Spanning Subtree of a Graph and the Traveling Salesman Problem // Proc. AMS. 1956. no. 7(1). pp. 48–50.
6. Saaty T.L. Multicriteria Decision Making. The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation // University of Pittsburgh, RWS Publications. 1990. pp. 287.
7. Saaty T.L. How to make a decision the analytic hierarchy process // European Journal of Operational Research. 1990. no. 48. pp. 9–26.

Рецензенты:

Рубанов В.Г., д.т.н., профессор, директор института информационных технологий и управляющих систем, ФГБОУ ВПО «БГТУ им В.Г. Шухова», г. Белгород;

Ивашук О.А., д.т.н., доцент, профессор кафедры информационных систем управления, ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород.

Работа поступила в редакцию 28.11.2014.

УДК 539.3

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТРАЖЕНИЯ НЕСТАЦИОНАРНЫХ УПРУГИХ ВОЛН НАПРЯЖЕНИЙ В ВИДЕ ТРЕУГОЛЬНОГО ИМПУЛЬСА ОТ СВОБОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПЛАСТИНКИ

Мусаев В.К., Ситник С.В., Тарасенко А.А., Ситник В.Г., Зюбина М.В.

Группа компаний АВМ, Москва, e-mail: musayev-vk@yandex.ru

Рассматривается математическое моделирование волн напряжений при волновом воздействии в объектах сложной формы. Задачи решаются с помощью численного моделирования двумерных плоских уравнений волновой теории упругости. На основе метода конечных элементов в перемещениях разработаны алгоритм и комплекс программ для решения линейных плоских двумерных задач, которые позволяют решать сложные задачи при нестационарных динамических воздействиях. При разработке комплекса программ использовался алгоритмический язык Фортран-90. Исследуемая область разбивается по пространственным переменным на конечные элементы первого порядка. По временной переменной исследуемая область разбивается на линейный конечный элемент. Рассмотрена задача об отражении упругих волн напряжений в виде треугольного импульса от свободной поверхности пластинки. Исследуемая расчетная область имеет 4221 узловую точку и 4000 конечных элементов. Решается система уравнений из 16884 неизвестных. Приводится нормальное напряжение при отражении от свободной поверхности пластинки импульсного воздействия в виде треугольника. Волна сжатия при отражении от свободной поверхности пластинки становится волной растяжения, которая может привести к отколу.

Ключевые слова: моделирование, импульсное воздействие, численный метод, перемещение, напряжение, теория упругости, конечные элементы, алгоритм, комплекс программ, отраженная волна, откол

MATHEMATICAL MODELLING OF NON-STATIONARY ELASTIC REFLECTION OF STRESS WAVES IN THE FORM OF A TRIANGULAR PULSE FROM THE FREE SURFACE OF A PLATE

Musaev V.K., Sitnik S.V., Tarasenko A.A., Sitnik V.G., Zyubina M.V.

The group of companies AVM, Moscow, e-mail: musayev-vk@yandex.ru

Mathematical modeling of stress waves in the wave effect in objects of complex shape. The tasks solved with the help of numerical simulation of two-dimensional planar wave equations of elasticity theory. On the basis of a method of final elements in the movements of the algorithm and the program complex for solving linear flat two-dimensional problems, which allow solving difficult tasks in the non-stationary dynamic impacts. The development of complex programs used algorithmic language Fortran-90. The study area is divided on spatial variables on finite elements of the first order. Temporary variable study area is split into linear finite element. Considered is the problem of reflection of elastic waves stresses in the form of a triangular pulse from the free surface of the plate. Studied computational domain has 4221 anchor point and 4000 finite elements. We solve the system of equations of 16884 unknown. Provides normal stress in the reflection from the free surface of the plate pulse effect in the form of a triangle. Wave compression in the reflection from the free surface of the plate to be the wave of tension that can lead to splitting.

Keywords: modeling, impulse effect, numerical method, displacement, stress, elasticity theory, finite elements, algorithm, a set of programs, the reflected wave, split

Волны напряжений различной природы, распространяясь в деформируемом теле, взаимодействуют друг с другом. После трехкратного или четырехкратного прохождения и отражения волн напряжений в теле процесс распространения возмущений становится установившимся, напряжения и деформации усредняются, тело находится в колебательном движении. Некоторые результаты рассматриваемого численного метода приведены в следующих работах [1–2, 4–10].

Моделирование широко применяется при решении научных и прикладных задач. Математические модели являются наиболее характерными в естественнонаучных исследова-

ниях. Физические модели имитируют часть свойств исследуемого объекта. Поставленная задача реализуется с помощью уравнений математической нестационарной динамической теории упругости. При решении сложных задач возникают проблемы оценки достоверности полученных результатов. На основании изложенного можно утверждать, что оценка точности и достоверности результатов численного моделирования волн напряжений в областях сложной формы является актуальной фундаментальной и прикладной научной задачей. В работах [1–2, 4–5, 9–10] приведена информация о постановке волновых задач теории упругости.

Точные уравнения двумерной (плоское напряженное состояние) динамической теории упругости имеют вид

$$\begin{aligned} \left\| \begin{matrix} \sigma_x, \tau_{xy} \\ \tau_{xy}, \sigma_y \end{matrix} \right\| \cdot \left\| \begin{matrix} \frac{\partial}{\partial x} \\ \frac{\partial}{\partial y} \end{matrix} \right\| &= \rho \frac{\partial^2}{\partial t^2} \left\| \begin{matrix} u \\ v \end{matrix} \right\|, (x, y) \in \Gamma; \\ \left\| \begin{matrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \tau_{xy} \end{matrix} \right\| &= \rho \left\| \begin{matrix} C_p^2, & C_p^2 - 2C_s^2, & 0 \\ C_p^2 - 2C_s^2, & C_p^2, & 0 \\ 0, & 0, & C_s^2 \end{matrix} \right\| \cdot \left\| \begin{matrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \gamma_{xy} \end{matrix} \right\|; \\ \left\| \begin{matrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \gamma_{xy} \end{matrix} \right\| &= \left\| \begin{matrix} \frac{\partial}{\partial x}, 0 \\ 0, \frac{\partial}{\partial y} \\ \frac{\partial}{\partial y}, \frac{\partial}{\partial x} \end{matrix} \right\| \cdot \left\| \begin{matrix} u \\ v \end{matrix} \right\|, (x, y) \in (\Gamma \cup S), \quad (1) \end{aligned}$$

где σ_x, σ_y и τ_{xy} – компоненты тензора упругих напряжений; $\varepsilon_x, \varepsilon_y$ и γ_{xy} – компоненты тензора упругих деформаций; u и v – составляющие вектора упругих перемещений вдоль осей ОХ и ОУ соответственно; ρ – плотность материала; $C_p = \sqrt{\frac{E}{\rho(1-\nu^2)}}$ – скорость про-

дольной упругой волны; $C_s = \sqrt{\frac{E}{2\rho(1+\nu)}}$ – скорость поперечной упругой волны; ν – коэффициент Пуассона; E – модуль упругости; $S(S_1 \cup S_2)$ – граничный контур тела Γ .

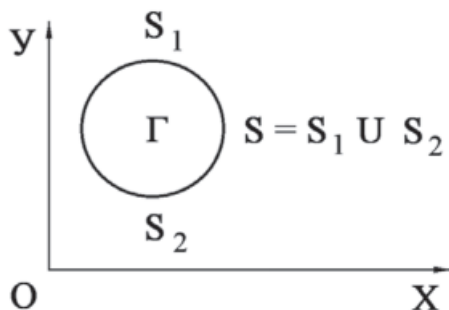


Рис. 1. Некоторое тело Γ в прямоугольной декартовой системе координат XOY

Систему (1) в области, занимаемой телом Γ , следует интегрировать при началь-

ных и граничных условиях. Начальные условия в области Γ зададим в виде

$$\left\| \begin{matrix} u \\ v \end{matrix} \right\|_{t=0} = \left\| \begin{matrix} u_0 \\ v_0 \end{matrix} \right\|; \quad \left\| \begin{matrix} \dot{u} \\ \dot{v} \end{matrix} \right\|_{t=0} = \left\| \begin{matrix} \dot{u}_0 \\ \dot{v}_0 \end{matrix} \right\|, (x, y) \in \Gamma, \quad (2)$$

где $u_0, v_0, \dot{u}_0$ и $\dot{v}_0$ – заданные в области Γ функции.

Граничные условия зададим в виде:

составляющих компонентов тензора упругих напряжений на границе S_1

$$\left\| \begin{matrix} \sigma_x, \tau_{xy} \\ \tau_{xy}, \sigma_y \end{matrix} \right\| \cdot \left\| \begin{matrix} l \\ m \end{matrix} \right\| = \left\| \begin{matrix} A_x \\ A_y \end{matrix} \right\|, (x, y) \in S_1; \quad (3)$$

составляющих компонентов вектора упругих перемещений на границе S_2

$$\left\| \begin{matrix} u \\ v \end{matrix} \right\| = \left\| \begin{matrix} B_x \\ B_y \end{matrix} \right\|, (x, y) \in S_2, \quad (4)$$

где l и m – направляющие косинусы; A_x, A_y, B_x и B_y – заданные на границе S функции.

Для решения двумерной плоской динамической задачи теории упругости с начальными и граничными условиями используем метод конечных элементов в перемещениях. Задача решается методом сквозного счета, без выделения разрывов. Чтобы выполнить динамический расчет методом конечных элементов, нужно иметь матрицу жесткости и матрицу инерции конечного элемента.

Принимая во внимание определение матрицы жесткости, вектора инерции и вектора внешних сил для тела Γ , записываем приближенное значение уравнения движения в теории упругости:

$$\bar{H}\ddot{\vec{\Phi}} + \bar{K}\vec{\Phi} = \vec{R};$$

$$\vec{\Phi}|_{t=0} = \vec{\Phi}_0; \quad \dot{\vec{\Phi}}|_{t=0} = \dot{\vec{\Phi}}_0, \quad (5)$$

где $\bar{H}$ – матрица инерции; $\bar{K}$ – матрица жесткости; $\vec{\Phi}$ – вектор узловых упругих перемещений; $\dot{\vec{\Phi}}$ – вектор узловых упругих скоростей перемещений; $\ddot{\vec{\Phi}}$ – вектор узловых упругих ускорений; $\vec{R}$ – вектор узловых упругих внешних сил.

Соотношение (5) – система линейных обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка в перемещениях с начальными условиями. Таким образом, с помощью метода конечных элементов в перемещениях, линейную задачу с начальными и граничными условиями привели к линейной задаче Коши (5). В работах [1–10] приведена информация о численном моделировании нестационарных волн напряжений в деформируемых телах.

Для интегрирования уравнения (5) конечноэлементным вариантом метода Галеркина приведем его к следующему виду:

$$\bar{H} \frac{d}{dt} \vec{\Phi} + \bar{K} \vec{\Phi} = \vec{R}; \quad \frac{d}{dt} \vec{\Phi} = \vec{\dot{\Phi}}. \quad (6)$$

Интегрируя по временной координате соотношение (6) с помощью конечноэлементного варианта метода Галеркина, получим двумерную явную двухслойную конечноэлементную линейную схему в перемещениях для внутренних и граничных узловых точек:

$$\begin{aligned} \vec{\Phi}_{i+1} &= \vec{\Phi}_i + \Delta t \bar{H}^{-1} (-\bar{K} \vec{\Phi}_i + \vec{R}_i); \\ \vec{\dot{\Phi}}_{i+1} &= \vec{\dot{\Phi}}_i + \Delta t \vec{\dot{\Phi}}_{i+1}. \end{aligned} \quad (7)$$

Основные соотношения метода конечных элементов в перемещениях получены с помощью принципа возможных перемещений и конечноэлементного варианта метода Галеркина. Система уравнений (5) для внутренних и граничных узловых точек, полученная в результате интегрирования уравнения движения теории упругости, должна давать решение, сходящееся к решению исходной системы (1). Шаг по временной переменной Δt определяем из следующего соотношения:

$$\Delta t = k \frac{\min \Delta l_i}{C_p}, \quad (i = 1, 2, 3, \dots, r), \quad (8)$$

где Δl – длина стороны конечного элемента.

Результаты численного эксперимента показали, что при $k = 0,5$ обеспечивается устойчивость двумерной явной двухслойной конечноэлементной линейной схемы в перемещениях для внутренних и граничных узловых точек на квазирегулярных сетках.

На основе метода конечных элементов в перемещениях разработаны алгоритм и комплекс программ для решения линейных плоских двумерных задач, которые позволяют решать сложные задачи при взрывных воздействиях на уникальные сооружения. При разработке комплекса программ использовался алгоритмический язык Фортран-90. Исследуемая область разбивается по пространственным переменным на треугольные конечные элементы с тремя узловыми точками с линейной аппроксимацией упругих перемещений и на прямоугольные конечные элементы с четырьмя узловыми точками с билинейной аппроксимацией упругих перемещений. По временной переменной исследуемая область разбивается на линейный конечный элемент первого порядка. Некоторые вопросы в области постановки, разработки методики, алгоритма и результатов решенных нестационарных динамических задач рассмотрены в следующих работах [1–10]. Рассмотрим задачу об отражении упругих волн напряжений в виде треугольного импульса от свободной поверхности.

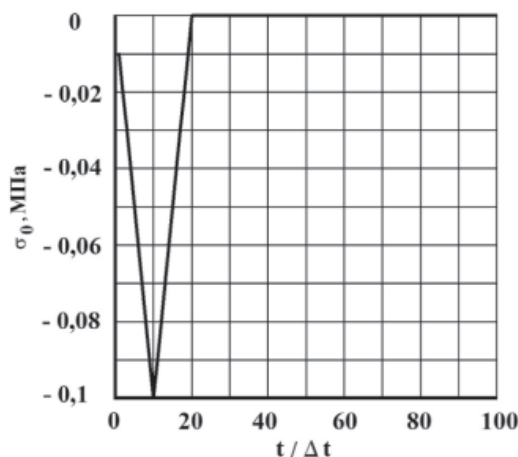


Рис. 2. Воздействие в виде треугольного импульса

На границе пластинки AB (рис. 3) приложено нормальное напряжение σ (рис. 2), которое при $0 \leq n \leq 10$ ($n = t/\Delta t$) изменяется линейно от 0 до P , а при $n \geq 10$ от P до 0 ($P = \sigma_0$, $\sigma_0 = -0,1$ МПа (-1 кгс/см²)). Граничные условия для контуров BC и AD при $t > 0$ $u = v = \dot{u} = \dot{v} = 0$. Контур CD сво-

боден от нагрузок. Отраженные волны от контуров BC и AD не доходят до исследуемых точек при $0 \leq n \leq 190$. Исследуемая расчетная область имеет 4221 узловую точку и 4000 конечных элементов. Решается система уравнений из 16884 неизвестных.

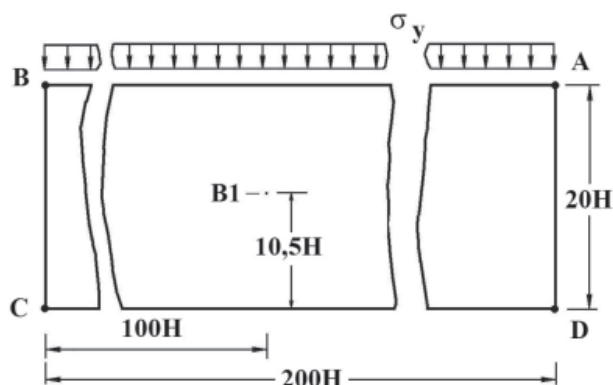


Рис. 3. Постановка задачи об отражении волн напряжений

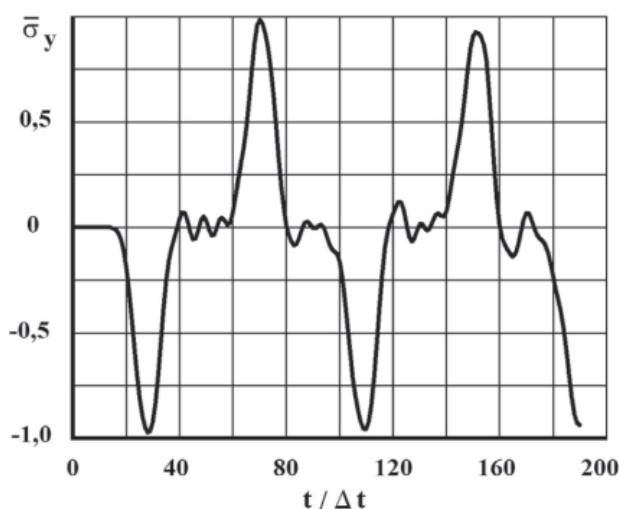


Рис. 4. Изменение упругого нормального напряжения $\bar{\sigma}_y$ во времени t в точке B1

Для примера на рис. 4 представлено изменение нормального напряжения $\bar{\sigma}_y$ во времени t в точке B1. При $\left(\bar{\sigma}_y = \frac{\sigma_y}{|\sigma_0|} \right)$

отражении от свободной поверхности пластинки волна сжатия становится волной растяжения, которая может привести к отколу.

Достоверность рассматриваемого численного метода приведена в работах [2, 4–10]. Сравнение с результатами других методов показало хорошее совпадение, что позволяет сделать вывод о физической и математической достоверности результатов численного решения динамических задач, полученных методом конечных элементов в перемещениях.

Список литературы

1. Мусаев В.К. Решение плоской динамической задачи теории упругости с помощью метода конечных элементов

с применением треугольного элемента с тремя узловыми точками // Труды МИСИ. – 1976. – № 137. – С. 48–50.

2. Мусаев В.К. Численное решение волновых задач теории упругости и пластичности // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия прикладная математика и информатика. – 1997. – № 1. – С. 87–110.

3. Мусаев В.К. Вычислительные методы теоретической физики в задачах моделирования катастроф / В.К. Мусаев, Е.П. Жидков, Л.А. Севастьянов // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия проблемы комплексной безопасности. – 2005. – № 1. – С. 9–12.

4. Мусаев В.К. Об оценке достоверности и точности численного решения нестационарных динамических задач // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия проблемы комплексной безопасности. – 2007. – № 3. – С. 48–60.

5. Мусаев В.К. Оценка достоверности и точности результатов вычислительного эксперимента при решении задач нестационарной волновой теории упругости // Научный журнал проблем комплексной безопасности. – 2009. – № 1. – С. 55–80.

6. Бедняков В.Г. Достоверность результатов численного метода Мусаева В.К. в перемещениях при моделировании отражения упругих волн напряжений в виде дельта функции от свободной поверхности / В.Г. Бедняков, С.В. Ситник,

В.А. Савичев, О.В. Куранцов, Д.А. Денисюк // Информационно-телекоммуникационные технологии и математическое моделирование высокотехнологических систем. Тезисы докладов Всероссийской конференции с международным участием. – М.: РУДН, 2012. – С. 237–239.

7. Ситник С.В. Достоверность результатов численного метода Мусаева В.К. в перемещениях при моделировании отражения нестационарных упругих волн напряжений в виде дельта функции от свободной поверхности / С.В. Ситник, В.А. Савичев, С.В. Акатьев, Д.В. Акатьев, Т.С. Сушев // Инновационные технологии в развитии строительства, машин и механизмов для строительства и коммунального хозяйства, текущего содержания и ремонта железнодорожного пути. Сборник трудов международной научно-технической конференции. – Смоленск: Смоленский филиал МИИТ, 2012. – С. 482–485.

8. Ситник С.В. Достоверность результатов численного метода Мусаева В.К. в перемещениях при математическом моделировании отражения упругих волн напряжений в виде дельта функции от свободной поверхности пластинки / С.В. Ситник, Т.С. Сушев, А.И. Кормилицин, С.М. Шиянов, Д.В. Акатьев // Безопасность и экология технологических процессов и производств. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Поселок Персиановский Ростовской области: Донской государственный аграрный университет, 2012. – С. 287–292.

9. Мусаев В.К. О моделировании отражения упругих волн напряжений от свободной поверхности деформируемой области // Двойные технологии. – 2012. – № 4. – С. 61–64.

10. Musayev V.K. Testing of stressed state in the structure-base system under non-stationary dynamic effects // Proceedings of the second International conference on recent advances in geotechnical earthquake engineering and soil dynamics. – St. Louis: University of Missouri-Rolla, 1991. – Vol. 3. – P. 87–97.

References

1. Musaev V.K. Reshenie ploskoj dinamicheskoy zadachi teorii uprugosti s pomoshch'yu metoda konechnyx elementov s primeneniem treugol'nogo elementa s tremya uzlovymi tochkami // Trudy MISI. 1976. no. 137. pp. 48–50.

2. Musaev V.K. Chislennoe reshenie volnovyx zadach teorii uprugosti i plastichnosti // Vestnik Rossijskogo universiteta družby narodov. Seriya prikladnaya matematika i informatika. 1997. no. 1. pp. 87–110.

3. Musaev V.K. Vychislitel'nye metody teoreticheskoy fiziki v zadachax modelirovaniya katastrof / V.K. Musaev, E.P. Zhidkov, L.A. Sevast'yanov // Vestnik Rossijskogo universiteta družby narodov. Seriya problemy kompleksnoj bezopasnosti. 2005. no. 1. pp. 9–12.

4. Musaev V.K. Ob ocenke dostovernosti i tochnosti chislenno go resheniya nestacionarnyx dinamicheskix zadach // Vestnik Rossijskogo universiteta družby narodov. Seriya problemy kompleksnoj bezopasnosti. 2007. no. 3. pp. 48–60.

5. Musaev V.K. Ocenka dostovernosti i tochnosti rezul'tatov vychislitel'nogo eksperimenta pri reshenii zadach nestacionarnoj volnovo j teorii uprugosti // Nauchnyj zhurnal problem kompleksnoj bezopasnosti. 2009. no. 1. pp. 55–80.

6. Bednyakov V.G. Dostovernost' rezul'tatov chislenno go metoda Musaeva V.K. v peremeshheniyax pri modelirovanii otrazheniya uprugix voln napryazhenij v vide del'ta funkcii ot svobodnoj poverxnosti / V.G. Bednyakov, S.V. Sitnik, V.A. Savichev, O.V. Kurancov, D.A. Denisjuk // Informacionno-telekommunikacionnye texnologii i matematicheskoe modelirovanie vysokotexnologichnyx sistem. Tezisy dokladov Vserossijsko j konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. M.: RUDN, 2012. pp. 237–239.

7. Sitnik S.V. Dostovernost' rezul'tatov chislenno go metoda Musaeva V.K. v peremeshheniyax pri modelirovanii otrazheniya nestacionarnyx uprugix voln napryazhenij v vide del'ta funkcii ot svobodnoj poverxnosti / S.V. Sitnik, V.A. Savichev, D.V. Akat'ev, T.S. Sushhev // Innovacionnye texnologii v razvitii stroitel'stva, mashin i mexanizmov dlya stroitel'stva i kommunal'nogo xoz'yajstva, tekushhe go soderzhaniya i remonta zheleznodorozhnogo puti. Sbornik trudov mezhdunarodnoj nauchno-texnichesko j konferencii. Smolensk: Smolenskij filial MIIT, 2012. pp. 482–485.

8. Sitnik S.V. Dostovernost' rezul'tatov chislenno go metoda Musaeva V.K. v peremeshheniyax pri matematichesk om modelirovanii otrazheniya uprugix voln napryazhenij v vide del'ta funkcii ot svobodnoj poverxnosti plastinki / S.V. Sitnik, T.S. Sushhev, A.I. Kormilicin, S.M. Shiyarov, D.V. Akat'ev // Bezopasnost' i ekologiya texnologicheskix processov i proizvodstv. Materialy Vserossijsko j nauchno-praktichesk o j konferencii. Poselok Persianovskij Rostovskoj oblasti: Donsko j gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2012. pp. 287–292.

9. Musaev V.K. O modelirovanii otrazheniya uprugix voln napryazhenij ot svobodnoj poverxnosti deformiruemo j oblasti // Dvojnye texnologii. 2012. no. 4. pp. 61–64.

10. Musayev V.K. Testing of stressed state in the structure-base system under non-stationary dynamic effects // Proceedings of the second International conference on recent advances in geotechnical earthquake engineering and soil dynamics. St. Louis: University of Missouri-Rolla, 1991. Vol. 3. pp. 87–97.

Рецензенты:

Савчин В.М., д.ф.-м.н., профессор кафедры математического анализа и теории функций факультета физико-математических и естественных наук, Российский университет дружбы народов, г. Москва;

Зволинский В.П., д.х.н., профессор кафедры экологического мониторинга и прогнозирования экологического факультета, Российский университет дружбы народов, г. Москва.

Работа поступила в редакцию 28.11.2014.

УДК 621.43.001.42

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ФОРСУНОК ПО ИЗМЕНЕНИЮ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА ТОПЛИВНОЙ СМЕСИ

¹Плаксин А.М., ¹Триценко А.В., ²Глемба К.В., ¹Бакайкин Д.Д., ¹Хвостов С.П.,
¹Абросимов Д.А., ¹Цыганов К.А., ¹Власов Д.Б.

¹Челябинская государственная агроинженерная академия, Челябинск, e-mail: alexgrits13@mail.ru;

²Южно-Уральский государственный университет (НИУ), Челябинск, e-mail: glemba77@mail.ru

В статье рассматривается новый метод диагностирования системы топливоподачи и ее отдельных элементов. Анализ научно-исследовательских работ по надежности систем двигателя показывает, что общее количество отказов системы питания составляет 18–30 %. Требуется разработка новых методов и средств диагностирования системы топливоподачи без разборки с минимальным подготовительно-заключительным временем на процесс диагностирования. В результате экспериментальных исследований установлено, что среднеквадратическое отклонение теоретической зависимости частоты вращения коленчатого вала двигателя от зависимости, полученной экспериментально на режиме открытия дроссельной заслонки на 25 и 70 %, составило 2 %, что соответствует точности измерения частоты вращения коленчатого вала двигателя отключателем форсунок. Чувствительность диагностического параметра для предельно увеличенной пропускной способности форсунки $K = 35 \text{ мин}^{-1}$. Чувствительность диагностического параметра для предельно уменьшенной пропускной способности форсунки $K = 36 \text{ мин}^{-1}$. Изменение пропускной способности на 1 % вызывает изменение частоты вращения коленчатого вала двигателя на 35, 36 мин^{-1} . При дискретности измерений в 40 мин^{-1} можно отслеживать пропускную способность в пределах 2 %, что вполне достаточно для определения предельных значений пропускной способности форсунки. Чувствительность диагностического параметра для предельно увеличенной пропускной способности форсунки $K = 106 \text{ мин}^{-1}$. Чувствительность диагностического параметра для предельно уменьшенной пропускной способности форсунки $K = 116 \text{ мин}^{-1}$. Изменение пропускной способности на 1 % вызывает изменение частоты вращения коленчатого вала двигателя на 106, 116 мин^{-1} . Возникающие неисправности электрических бензиновых насосов, форсунок, топливных фильтров приводят к нарушению выходных характеристик, их контроль в процессе эксплуатации позволяет быстро определить эпицентр отказа.

Ключевые слова: система топливоподачи, электромагнитная форсунка, методы и средства диагностирования, двигатель, диагностирование, диагностические параметры, частота вращения коленчатого вала двигателя

DIAGNOSING SOLENOID INJECTORS TO CHANGE THE QUALITATIVE COMPOSITION OF THE FUEL MIXTURE

¹Plaksin A.M., ¹Gritsenko A.V., ²Glemba K.V., ¹Bakaykin D.D., ¹Khvostov S.P.,
¹Abrosimov D.A., ¹Tsyganov K.A., ¹Vlasov D.B.

¹Chelyabinsk State Agroengineering Academy, Chelyabinsk, e-mail: alexgrits13@mail.ru;

²South Ural State University (NRU), Chelyabinsk, e-mail: glemba77@mail.ru

The article deals with a new method of diagnosing fuel system and its individual elements. Analysis of research work on the reliability of the engine shows that the total number of failures of the system power supply is – 18-30 %. Requires the development of new methods and means of diagnosing fuel system without disassembly with minimal set-up times on the process of diagnosis. As a result of experimental studies have established the standard deviation of the theoretical dependence of the frequency of rotation of the crankshaft of the engine from the dependence obtained experimentally on the mode throttle opening at 25 and 70 %, amounting to 2 %, which corresponds to the accuracy of measurement of the speed of the crankshaft of the engine nozzles disconnectors. The sensitivity of the diagnostic parameter for a marginal increase in capacity injectors $K = 35 \text{ min}^{-1}$. The sensitivity of the diagnostic parameter for extremely reduced capacity injectors $K = 36 \text{ min}^{-1}$. Changing the bandwidth of 1 % causes a change in the rotational speed of the crankshaft of the engine 35, 36 min^{-1} . When the measurement resolution of 40 min^{-1} can monitor bandwidth within 2 %, which is sufficient to determine the limits bandwidth injectors. The sensitivity of the diagnostic parameter for a marginal increase in capacity injectors $K = 106 \text{ min}^{-1}$. The sensitivity of the diagnostic parameter for extremely reduced capacity injectors $K = 116 \text{ min}^{-1}$. Changing the bandwidth of 1 % causes a change in the engine speed of the engine 106, 116 min^{-1} . When the measurement resolution of 40 min^{-1} can monitor bandwidth within 2 %, which is sufficient to determine the limits bandwidth injectors. There is a fault electrical fuel pumps, injectors, fuel filters lead to a breach of the output characteristics, and their control in the process of operation allows you to quickly determine the epicenter of failure.

Keywords: fuel system, solenoid injectors, methods and means of diagnosis, engine, diagnostics, diagnostic parameters, the frequency of rotation of the crankshaft of the engine

Анализ научно-исследовательских работ по надежности систем ДВС показывает, что общее количество отказов системы питания составляет – 18–30 % [1, 2, 3, 4, 5].

Разработка новых методов и средств диагностирования системы топливоподачи должна быть направлена на обеспечение дифференциации величины параметров

функционирования механизмов систем в зависимости от изменчивости условий и режимов эксплуатации машин, стабильности величин технических параметров в пространстве.

Целью настоящей работы является повышение эффективности процесса диагностирования электромагнитных форсунок по изменению качественного состава топливной смеси.

Теоретические исследования

Рассмотрим процесс изменения пропускной способности форсунки во времени в соответствии с электрическим импульсом, подаваемым на форсунку блоком управления [2].

Изменение пропускной способности ЭМФ μf бензинового ДВС во времени t , с, под действием электромагнитного импульса U , В, на всех трех этапах работы ЭМФ представлено на рис. 1.

Общий расход топлива за цикл работы форсунки на трех этапах ее работы определяется:

$$Q_{\text{общ}} = [\mu_1 \cdot f_{\text{ср1}} \cdot t_1 + \mu_2 \cdot f_2 \cdot (t_{\text{имп}} - t_1) + \mu_3 \cdot f_{\text{ср3}} \cdot t_3] \cdot \sqrt{2 \cdot \Delta P / \rho}, \quad (1)$$

где μ_1, μ_2, μ_3 – коэффициенты расхода ЭМФ на трех этапах; $f_{\text{ср1}}, f_2, f_{\text{ср3}}$ – средняя площадь сечения распылителя ЭМФ на трех этапах, м^2 ; ΔP – разность давления топлива в рампе и впускном коллекторе, Н/м^2 ; ρ – плотность топлива, кг/м^3 .

Во время эксплуатации ЭМФ происходит изменение цикловой подачи топлива за счет изменения параметров на I, II и III этапах ее работы. Проанализируем

$$\mu_1 \cdot f_{\text{ср1}} \cdot t_1 \cdot \sqrt{2 \cdot \Delta P / \rho} < \mu_2 \cdot f_2 \cdot (t_{\text{имп}} - t_1) \cdot \sqrt{2 \cdot \Delta P / \rho}. \quad (2)$$

Подача топлива на III этапе связана с техническим состоянием форсунки. Суммарное время работы форсунки на I и II этапе равняется времени импульса, задаваемого электронным блоком управления двигателем. На продолжительность III этапа работы форсунки электронный блок управления двигателем не оказывает никакого влияния. Поэтому подача топлива на этом этапе неуправляема, чем больше время III этапа, тем больше топлива подается за этот неуправляемый этап. Следовательно, III этап может только увеличивать цикловую подачу топлива [2, 3].

Очевидно, что контроль пропускной способности ЭМФ необходимо вести как минимум на двух режимах работы двигателя при малых и больших подачах топлива: при 25 % открытия дроссельной заслонки для оценки изменений пропуск-

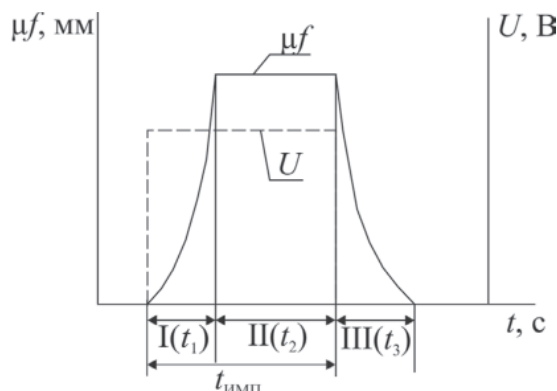


Рис. 1. Изменение пропускной способности ЭМФ μf , мм^2 , бензинового ДВС во времени t , с, под действием электромагнитного импульса U , В: t_1 – время открытия иглы ЭМФ, с; $t_{\text{имп}}$ – время действия электромагнитного импульса, с; t_2 – время полного открытия иглы ЭМФ, с; t_3 – время закрытия (опускания) иглы ЭМФ, с; I этап – увеличение пропускной способности ЭМФ; II этап – постоянство пропускной способности ЭМФ; III этап – уменьшение пропускной способности ЭМФ

уравнение (1). Средняя пропускная способность I этапа меньше пропускной способности на II этапе, потому что величина подъема запорной иглы на II этапе максимальна. Поэтому расход топлива за первый и второй этапы работы форсунки с ростом времени t_1 по причине изменения технического состояния элементов форсунки уменьшается, и с уменьшением времени t_1 увеличивается (2):

ной способности, вызванных изменением времени (открытия, закрытия) ЭМФ; при 70 % открытия дроссельной заслонки для определения изменения пропускной способности ЭМФ при полном поднятии иглы [2].

При изменении сопротивления топливного фильтра будет ограничена подача ЭБН. При этом максимально возможная частота вращения коленчатого вала ДВС уменьшится. Для оценки сопротивления топливного фильтра можно записать

$$K_{\text{сф}} = \frac{n_{\text{макср}}}{n_{\text{максн}}}, \quad (3)$$

где $n_{\text{макср}}$ – максимальная частота вращения диагностируемого ДВС, мин^{-1} ; $n_{\text{максн}}$ – максимальная частота вращения эталонного ДВС, мин^{-1} .

Однако неисправности – значительное сопротивление топливного фильтра и уменьшение подачи ЭБН – проявляются одинаково. Для их разделения предлагается измерять ток питания ЭБН. В этом случае можно записать условие для топливного фильтра:

$$K_{\text{сф}} = \frac{n_{\text{макр}}}{n_{\text{макс}}}, \text{ при } I_p \gg I_n, \quad (4)$$

где I_p – ток питания диагностируемого ЭБН, А; I_n – ток питания нового ЭБН, А.

По мере роста сопротивления топливного фильтра ток питания ЭБН будет пропорционально возрастать, данный диагностический параметр при условии (4) является чувствительным диагностическим параметром оценки технического состояния топливного фильтра.

При чистом фильтре условие (4) примет вид

$$K_{\text{сф}} = \frac{n_{\text{макр}}}{n_{\text{макс}}}, \text{ при } I_p = I_n. \quad (5)$$

Ток примет значение тока для работы нового ЭБН, это говорит о том, что причиной снижения частоты вращения является износ ЭБН.

Методика исследований

Для проведения экспериментальных исследований необходимо было подготовить форсунки с предельно допустимой пропускной способностью и эталонной пропускной способностью [2]. За эталонную форсунку была выбрана новая форсунка, параметры которой соответствовали нормативно-тех-

нической документации завода изготовителя BOSCH 0 280 150 711 – производительностью 192 см³/мин. Выходные параметры форсунки проверялись на диагностическом стенде «Форсаж» [2, 3].

Изменения пропускной способности форсунок представлены в таблице.

Параметры пропускной способности форсунок

Пропускная способность форсунок	Значение	
	см ³ /мин	%
Предельно увеличенная	203	+6
Увеличенная	197	+3
Эталонная	192	0
Уменьшенная	186	–3
Предельно уменьшенная	180	–6

Результаты экспериментальных исследований

Экспериментальное исследование изменения пропускной способности ЭМФ проводилось при условиях [2, 3]: диагностический режим при частоте вращения коленчатого вала ДВС $n = 2300 \text{ мин}^{-1}$; загрузка одного работающего цилиндра осуществлялась мощностью механических потерь трех других (2-й, 3-й, 4-й цилиндры выключены); первый цилиндр работает при открытии дроссельной заслонки на 25%.

По полученным экспериментальным данным была построена зависимость изменения частоты вращения коленчатого вала ДВС n , мин^{-1} от пропускной способности ЭМФ $\mu\text{ф}$, % на режиме открытия дроссельной заслонки 25% (рис. 2).

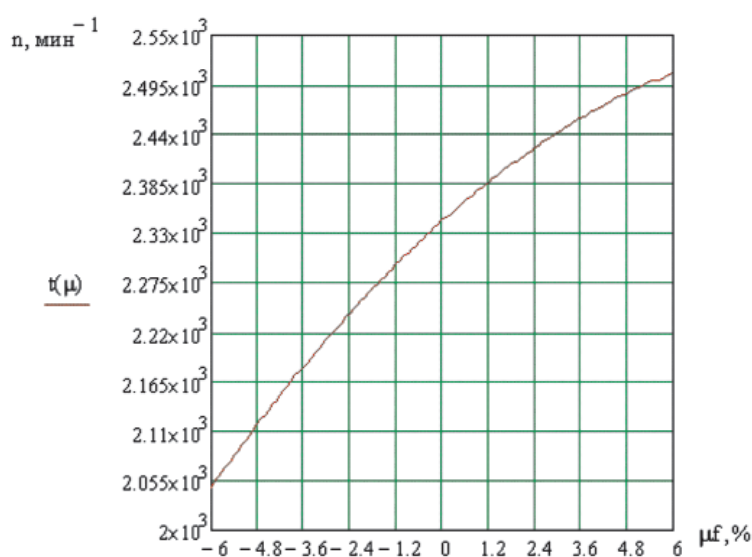


Рис. 2. Зависимость изменения частоты вращения коленчатого вала ДВС n , мин^{-1} , от пропускной способности ЭМФ $\mu\text{ф}$, % на режиме открытия дроссельной заслонки 25%

Экспериментальное исследование изменения пропускной способности ЭМФ проводилось при условиях [2, 3]: диагностический режим при частоте вращения коленчатого вала ДВС $n = 2900 \text{ мин}^{-1}$; загрузка одного работающего цилиндра осуществлялась мощностью механических потерь трех других (2-й, 3-й, 4-й цилиндры

выключены); первый цилиндр работает при открытии дроссельной заслонки на 70 %.

По полученным экспериментальным данным была построена зависимость изменения частоты вращения коленчатого вала ДВС $n, \text{мин}^{-1}$, от пропускной способности ЭМФ $\mu_f, \%$ на режиме открытия дроссельной заслонки 70 % (рис. 3).

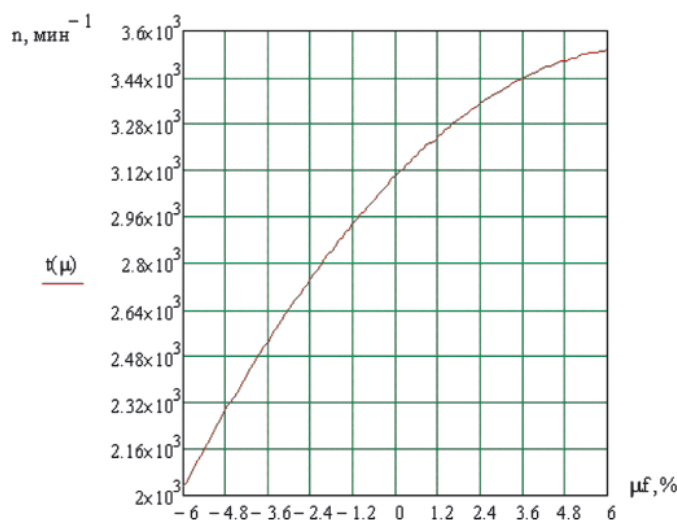


Рис. 3. Зависимость изменения частоты вращения коленчатого вала ДВС $n, \text{мин}^{-1}$, от пропускной способности ЭМФ $\mu_f, \%$ на режиме открытия дроссельной заслонки 70 %

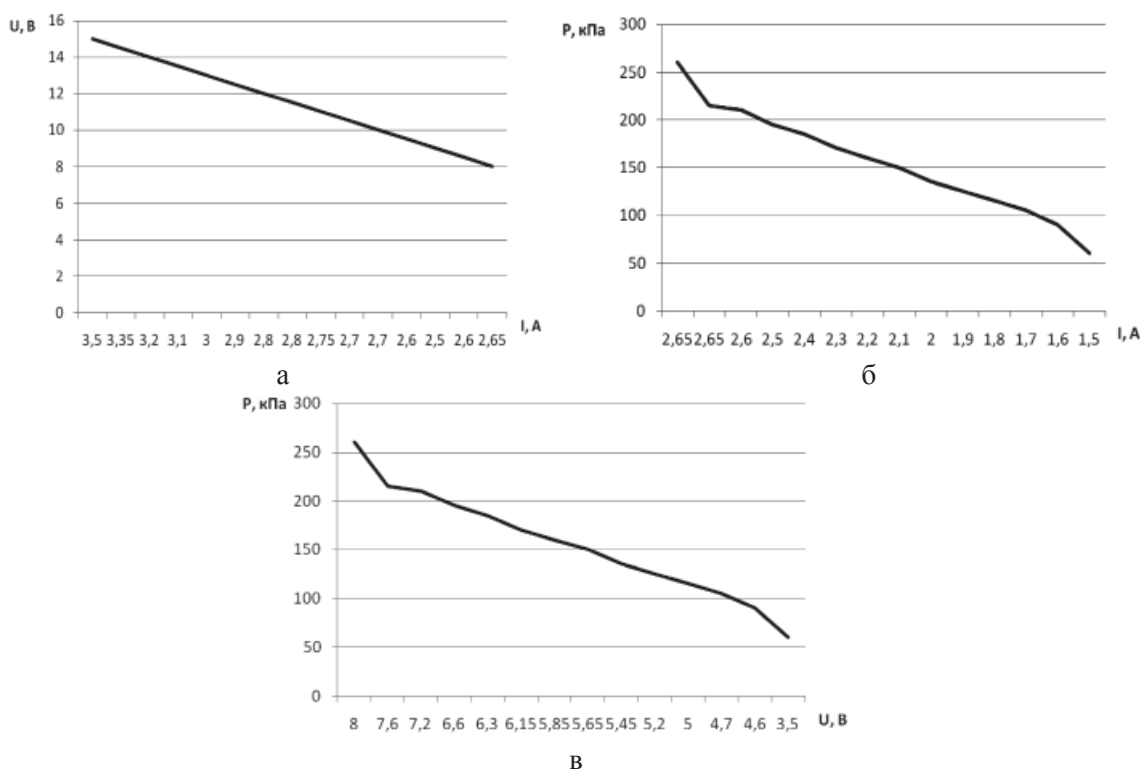


Рис. 4. Характеристики работы электрического бензинового насоса на холостом ходу работы ДВС: а – зависимость напряжения $U, \text{В}$ от величины тока питания насоса $I, \text{А}$; б – зависимость давления $P, \text{кПа}$, создаваемого насосом от величины тока питания насоса $I, \text{А}$; в – зависимость давления $P, \text{кПа}$, создаваемого насосом от величины напряжения питания насоса $U, \text{В}$

Кроме того, для эталонного ЭБН были сняты различные характеристики на холостом ходу работы ДВС (рис. 4).

Из зависимости, приведенной на рис. 4, а, видно, что при изменении величины напряжения питания насоса от 15 до 8 В его ток питания изменяется в пределах от 3,5 до 2,65 А. Из рис. 4, б видно, что при изменении величины тока питания насоса от 2,65 до 1,5 А давление в топливной рампе изменяется в пределах от 250 до 60 кПа. Из рис. 4, в видно, что при изменении величины напряжения питания насоса от 8 до 3,5 В давление в топливной рампе изменяется в пределах от 250 до 60 кПа.

Возникающие неисправности ЭБН, форсунок, топливных фильтров приводят к нарушению характеристик, приведенных на рис. 4. Так, при забивании топливного фильтра зависимости на рис. 4, б и в при тех же значениях тока и напряжения питания дают несколько меньшую величину давления в топливной рампе. В то же время ток питания насоса возрастает, т.к. насос работает на дополнительное сопротивление в линии нагнетания.

При износе самого насоса при тех же значениях тока и напряжения питания зависимости на рис. 4, б и в дают несколько меньшую величину давления в топливной рампе. В то же время ток питания насоса не меняется или немного снижается, т.к. насос работает с утечками при меньшем противодавлении в линии нагнетания.

Выводы

Анализ научно-исследовательских работ по надежности систем ДВС показывает, что общее количество отказов системы питания составляет – 18–30 %. Разработан новый метод диагностирования системы топливоподачи, основанный на контроле выходных характеристик системы топливоподачи. Возникающие неисправности ЭБН, форсунок, топливных фильтров приводят к нарушению характеристик, приведенных на рис. 4. Так, при забивании топливного фильтра зависимости на рис. 4, б и в при тех же значениях тока и напряжения питания дают несколько меньшую величину давления в топливной рампе. В то же время ток питания насоса возрастает, т.к. насос работает на дополнительное сопротивление в линии нагнетания. При износе самого насоса при тех же значениях тока и напря-

жения питания зависимости на рис. 4, б и в дают несколько меньшую величину давления в топливной рампе. В то же время ток питания насоса не меняется или немного снижается, т.к. насос работает с утечками при меньшем противодавлении в линии нагнетания.

Список литературы

1. Соснин Д.А., Яковлев В.Ф. Новейшие автомобильные электронные системы. – М.: СОЛОН-Пресс, 2005. – 240 с.
2. Гриценко А.В. Разработка методов тестового диагностирования работоспособности систем питания и смазки двигателей внутреннего сгорания (экспериментальная и производственная реализация на примере ДВС автомобилей): дис. ... д-ра техн. наук. – Челябинск, 2014. – 397 с.
3. Бакайкин Д.Д. Диагностирование электромагнитных форсунок бензиновых двигателей автомобилей, эксплуатируемых в сельском хозяйстве: дис. ... канд. техн. наук. – Челябинск, 2013. – 132 с.
4. Вереютин А.Ю. Способ диагностирования электромагнитных форсунок двигателей с впрыскиванием бензина: дис. ... канд. техн. наук. – Рязань, 2010. – 143 с.
5. Гончаров А.А. Совершенствование технологии диагностирования электронных систем управления автомобильных двигателей: дис. ... канд. техн. наук. – Оренбург, 2004. – 96 с.

References

1. Sosnin D.A., Jakovlev V.F. Novejshie avtomobil'nye jelektronnye sistemy. M.: SOLON-Press, 2005. 240 p.
2. Gricenko A.V. Razrabotka metodov testovogo diagnostirovanija rabotosposobnosti sistem pitaniija i smazki dvigatelej vnutrennego sgoranija (jeksperimental'naja i proizvodstvennaja realizacija na primere DVS avtomobilej). Dis... dokt. tehn. nauk. Cheljabinsk. 2014. 397 p.
3. Bakajkin D.D. Diagnostirovanie jelektr magnitnyh forsunok benzinovyh dvigatelej avtomobilej, jekspluatiruemyh v sel'skom hozjajstve. Dis. ... kand. tehn. nauk. Cheljabinsk. 2013. 132 p.
4. Verejutin A.Ju. Sposob diagnostirovanija jelektr magnitnyh forsunok dvigatelej s vpryskivaniem benzina. Dis. ... kand. tehn. nauk. Rjazan'. 2010. 143 p.
5. Goncharov A.A. Sovershenstvovanie tehnologii diagnostirovanija jelektronnyh sistem upravlenija avtomobil'nyh dvigatelej. Dis. ... kand. tehn. nauk. Orenburg. 2004. 96 p.

Рецензенты:

Машрабов Н.М., д.т.н., профессор кафедры «Технология и организация технического сервиса», Челябинская государственная агроинженерная академия, г. Челябинск;

Ерофеев В.В., д.т.н., профессор, заведующий кафедры «Технология и организация технического сервиса», Челябинская государственная агроинженерная академия, г. Челябинск.

Работа поступила в редакцию 28.11.2014.

УДК 621.317.4

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КРИТИЧЕСКИХ ДЕФЕКТОВ МАГНИТНОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТА НА ЕГО ВЕБЕР-АМПЕРНУЮ ХАРАКТЕРИСТИКУ

Шайхутдинов Д.В., Горбатенко Н.И., Широков К.М., Дубров В.И.,
Ахмедов Ш.В., Леухин Р.И., Стеценко И.А.

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова,
Новочеркасск, e-mail: iimt-srstu@mail.ru

В процессе приемо-сдаточных испытаний и эксплуатации электротехнических изделий необходимо контролировать соответствие их технических характеристик и параметров заданным. Важнейшим требованием проведения таких испытаний является получение измерительной информации без использования специальных сенсоров электромагнитных величин, расположенных внутри изделия. Перспективным направлением диагностики электротехнических изделий является анализ вебер-амперных характеристик их рабочих обмоток в процессе эксплуатации. В этой связи актуальной задачей является анализ вебер-амперных характеристик и установление их взаимосвязи с дефектами электротехнических изделий, в частности электромагнитов. В статье проведен анализ влияния наиболее распространенных дефектов электромагнитов броневых типа на изменение его вебер-амперной характеристики. С целью проверки полученных аналитических зависимостей проведены экспериментальные исследования. Результаты экспериментальных исследований подтверждают правильность теоретических исследований.

Ключевые слова: магнитные характеристики, электромагниты, измерение, приборы

ANALYSIS OF INFLUENCE OF CRITICAL MAGNETIC SYSTEM DEFECTS OF ELECTROMAGNET TO FLUX-CURRENT CHARACTERISTIC

Shaykhutdinov D.V., Gorbatenko N.I., Shirokov K.M., Dubrov V.I.,
Akhmedov S.V., Leukhin R.I., Stetsenko I.A.

Platov South-Russian State Polytechnical University (NPI), Novocherkassk, e-mail: iimt-srstu@mail.ru

During acceptance testing and using of electrical products their compliance with the specifications and specified parameters must be controlling. The most important requirement for such tests is to obtain the measurement data without using of special sensors of electromagnetic quantities, located inside the product. A perspective direction of diagnostics of electrical products is to analyze weber-amper characteristics of their working coil in the process of exploitation. In this regard, it is urgent to analyze the weber-amper characteristics and to establish their relationship with the defects of electrical products, in particular the electromagnets. The paper analyzes the impact of the most common types of defects electromagnets armor to change of its weber-amper characteristic. To confirm the obtained analytical dependences experiments is done, the results is represents.

Keywords: magnetic characteristics, electromagnets, measuring, instruments

Для выходного и промежуточного контроля электромагнитных устройств ранее были разработаны ряд методов [11–13, 17, 18] и устройств [2, 3, 6, 8, 9, 16]. В ходе проведенных работ были выявлены новые возможности диагностики неисправностей электромагнитных систем, основанные на анализе их вебер-амперных характеристик [7]. При этом контроль магнитных свойств изделий позволяет идентифицировать дефекты без необходимости проведения операций разборки/сборки механизмов. Однако наиболее информативные характеристики электромагнитов, к которым относятся вебер-амперные характеристики сложно получить с помощью известных сенсоров магнитных величин [5, 10], так как их «внедрение» в готовое устройство без нарушения его целостности в большинстве случаев невозможно. Таким образом, актуальной задачей является разработка бессенсор-

ных методов технической диагностики наиболее распространенных неисправностей электромагнитных устройств.

Цель работы: разработка подходов к диагностике неисправностей электромагнитных механизмов на основании результатов измерения и последующего анализа их вебер-амперных характеристик.

Материал и методы исследований: элементы теории магнитного поля, методы теории планирования эксперимента, теории измерений, математического моделирования с использованием лицензированных пакетов прикладных программ *GMSH, Octave*.

Результаты исследований и их обсуждение

К наиболее распространенным неисправностям электромагнитных механизмов относятся:

– изменение геометрических параметров ферромагнитных элементов изделия

в течение его жизненного цикла, например появление сора внутри магнитной системы, приводящее к увеличению немагнитного зазора [14];

– появление межвитковых замыканий в намагничивающей обмотке устройства, приводящее к снижению ее электрического сопротивления и эффективного числа витков [15];

– загрязнение соприкасающихся рабочих поверхностей, повышающее коэффициент трения и препятствующее работе изделия при заданных параметрах электрических сигналов.

Рассмотрим магнитную систему (рис. 1), основными элементами которой являются: намагничивающая обмотка изделия с числом витков w , подключенная к источнику тока $i(t)$, два ферромагнитных элемента (сердечник и якорь электромагнита) с воздушным зазором между этими элементами. Для анализа влияния загрязнения соприкасающихся рабочих поверхностей сердечника и якоря электромагнита, повышающего коэффициент трения между ними, рассмотрим уравнение распределения сил, действующих на якорь электромагнита, и описывающее его движение:

$$F_{эмз} + m \frac{d^2 z}{dt^2} - P + F_{эмх} \cdot k_{тр} \cdot \text{sign} \frac{dz}{dt} = 0, \quad (1)$$

где $F_{эмз}$ – электромагнитная сила, действующая на якорь вдоль оси z ; i – мгновенное значение тока в намагничивающих обмотках изделия, z – относительное положение якоря по оси z ; m – масса якоря; P – сила тяжести, действующая на якорь, $P = mg$, g – ускорение свободного падения; $F_{эмх}$ – электромагнитная сила, действующая на якорь поперек оси z , вдоль оси x ; $k_{тр}$ – коэффициент трения между соприкасающимися поверхностями якоря и сердечника; $\text{sign} \frac{dz}{dt}$ – параметр, определяющий направление движения якоря, t – время.

Механическая сила в магнитном поле выражается в виде производной от энергии магнитного поля по координате z [1]:

$$F = \left| \partial W_M / \partial z \right| = \left| \partial (Li^2) / (2 \partial z) \right|, \quad (2)$$

где W_M – энергия магнитного поля; L – индуктивность катушки электромагнита; i – намагничивающий ток в обмотке электромагнита.

Энергия магнитного поля W_M в зазоре длиной l_B равна

$$W_M = BHS l_B / 2, \quad (3)$$

где B – магнитная индукция в зазоре; H – напряженность магнитного поля в зазоре;

S – площадь поперечного сечения магнитопровода; l_B – длина воздушного зазора.

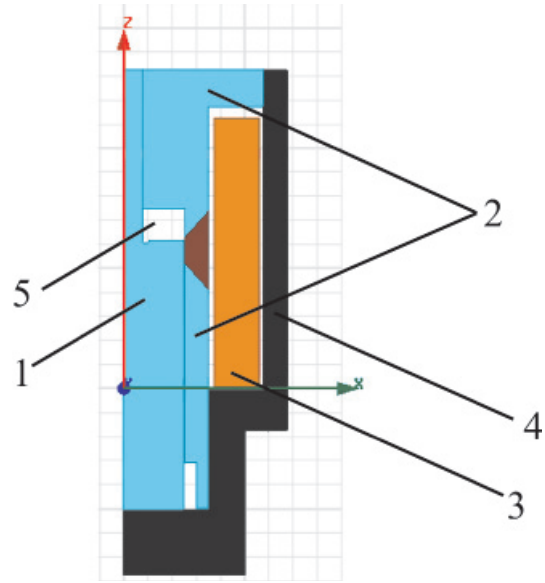


Рис. 1. Электромагнит. Двумерная осесимметричная модель:

1 – якорь; 2 – сердечник; 3 – намагничивающая катушка; 4 – корпус; 5 – воздушный зазор

Тогда сила, стремящаяся уменьшить воздушный зазор, определяемая производной по направлению, перпендикулярному плоскости воздушного зазора (по оси z), согласно (2) с учетом (3):

$$F = \frac{\partial W_M}{\partial l_B} = \frac{BH}{2} S = \frac{B^2}{2\mu_0} S, \quad (4)$$

где $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м – магнитная постоянная.

Представим формулу (4), выразив магнитную индукцию B в воздушном зазоре через параметры электромагнита. Примем поперечное сечение магнитопровода постоянным. Используя закон полного тока для магнитопровода с воздушным зазором и допустив отсутствие полей рассеяния и однородность магнитной индукции B в сечении S магнитопровода, получим

$$Hl + H_B l_B = iw,$$

где $H = B/\mu_0$ и $H_B = B/\mu_0$ – напряженность магнитного поля в магнитопроводе и в воздушном зазоре соответственно; w – число витков катушки электромагнита; l – длина средней линии магнитопровода; μ – магнитная проницаемость материала магнитопровода.

Следовательно,

$$B = \frac{\mu_0 iw}{(l/\mu + l_B)}. \quad (5)$$

Подставив выражение магнитной индукции B (5) в формулу (4), получим выра-

жение для силы, действующей вдоль оси z и стремящейся уменьшить воздушный зазор l_B , в виде

$$F_{\text{эмз}} = \frac{\mu_0 (\mu i w)^2 S}{2(l + \mu l_B)^2}. \quad (6)$$

Если якорь размещен по отношению к отверстию ярма concentрично, то из-за симметрии такого расположения суммарная радиальная сила, действующая на якорь поперек оси z , вдоль оси x (рис. 1), равна нулю [4]. Однако в большинстве случаев условие concentрического расположения не выполняется и якорь располагается эксцентрично относительно ярма. В этом случае на якорь

действует радиальная сила одностороннего притяжения. Данная сила в соответствии с [4] имеет вид

$$F_{\text{эмх}} = 4,06 \cdot 10^{-8} \cdot B^2 \frac{\pi d^2}{4} \frac{d\varepsilon}{4h_\varepsilon \sqrt{e^2 - \varepsilon^2}}, \quad (7)$$

где d – диаметр якоря; ε – величина смещения якоря от центра; e – половина воздушного зазора между поверхностями трения якоря и ярма; h_ε – высота вхождения якоря в ярмо.

Подставляя (5) в (7), с учетом того, что в данном случае необходимо рассматривать в качестве воздушного зазора величину e , получим

$$F_{\text{эмх}} = 4,06 \cdot 10^{-8} \cdot \left(\frac{\mu_0 i w}{(l/\mu + e)} \right)^2 \frac{\pi d^2}{4} \frac{d\varepsilon}{4h_\varepsilon \sqrt{e^2 - \varepsilon^2}}. \quad (8)$$

С учетом (6) и (8) выражение (1) примет вид

$$\frac{\mu_0 (\mu i w)^2 S}{2(l + \mu l_B)^2} + m \frac{d^2 z}{dt^2} - mg + 4,06 \cdot 10^{-8} \cdot \left(\frac{\mu_0 i w}{(l/\mu + e)} \right)^2 \frac{\pi d^2}{4} \frac{d\varepsilon}{4h_\varepsilon \sqrt{e^2 - \varepsilon^2}} \cdot k_{\text{тр}} \cdot \text{sign} \frac{dz}{dt} = 0. \quad (9)$$

Рассмотрим стационарное состояние магнитной системы электромагнита, при котором $e = \text{const}$, $\varepsilon = \text{const}$, $d = \text{const}$, $w = \text{const}$, $h_\varepsilon = \text{const}$, $\mu = \text{const}$, $S = \text{const}$, $l_B = \text{const}$. Тогда правомерным для дальнейших расчетов будут обозначения

$$b_1 = \frac{\mu_0 (\mu w)^2 S}{2(l + \mu l_B)^2};$$

$$b_2 = 4,06 \cdot 10^{-8} \cdot \left(\frac{\mu_0 w}{(l/\mu + e)} \right)^2 \frac{\pi d^2}{4} \frac{d\varepsilon}{4h_\varepsilon \sqrt{e^2 - \varepsilon^2}}.$$

При этом выражение (9) примет вид

$$b_1 i^2 + m \frac{d^2 z}{dt^2} - mg + b_2 \cdot i^2 \cdot k_{\text{тр}} \cdot \text{sign} \frac{dz}{dt} = 0. \quad (10)$$

Для движения якоря электромагнита необходимо выполнение условия

$$m \frac{d^2 z}{dt^2} \geq 0.$$

Кроме того, в этом случае

$$\text{sign} \frac{dz}{dt} = -1.$$

Получим

$$0 \leq m \frac{d^2 z}{dt^2} = -b_1 i^2 + mg + b_2 \cdot i^2 \cdot k_{\text{тр}}$$

или

$$b_1 i^2 - mg - b_2 \cdot i^2 \cdot k_{\text{тр}} \leq 0.$$

Решим данное неравенство относительно коэффициента трения $k_{\text{тр}}$:

$$k_{\text{тр}} \geq \frac{b_1}{b_2} - \frac{mg}{b_2 i^2}. \quad (11)$$

Решим данное неравенство относительно тока в намагничивающих обмотках i :

$$i \geq \sqrt{\frac{mg}{b_1 - b_2 k_{\text{тр}}}}. \quad (12)$$

Вебер-амперная характеристика изделия является зависимостью вида $\psi(i)$, где $\psi = \Phi \cdot w$ – потокосцепление обмотки числом витков w с магнитным потоком Φ в последовательной магнитной цепи сердечника и якоря электромагнита. При этом магнитный поток определяется как свойствами материалов ферромагнитных элементов, так и размерами воздушного зазора (рис. 1). Основываясь на полученной зависимости (12), делаем вывод, что при увеличении коэффициента трения $k_{\text{тр}}$, например при засорении или окислении соприкасающихся поверхностей электромагнитной системы, значение тока, необходимое для обеспечения движения якоря, растет. Причем данная зависимость является нелинейной. На основании данного вывода и основываясь на выражении (11), получаем: возрастание тока i_k , необходимого для достижения некоторого значения магнитного потока $\Phi_k(i_k)$, при прочих равных условиях исследования

является признаком наличия дополнительных противодействующих сил, в частности силы трения. На основе данного вывода предложен алгоритм технической диагностики наличия засорения в электромагнитных устройствах путем анализа их вебер-амперных характеристик, заключающийся в следующем:

1. Производится измерение вебер-амперной характеристики в виде $\psi_j(i_{vj})$ годного

электромагнитного устройства ($j = 1, 2, \dots, m$, где m – число точек на вебер-амперной характеристике).

2. Производится измерение вебер-амперной характеристики $\psi_j(i_{dj})$ диагностируемого электромагнитного устройства.

3. Сравнивают полученные характеристики. В случае, если выполняется условие $i_{vj}(\psi_j) \ll i_{dj}(\psi_j)$, делается вывод о засорении электромагнита.

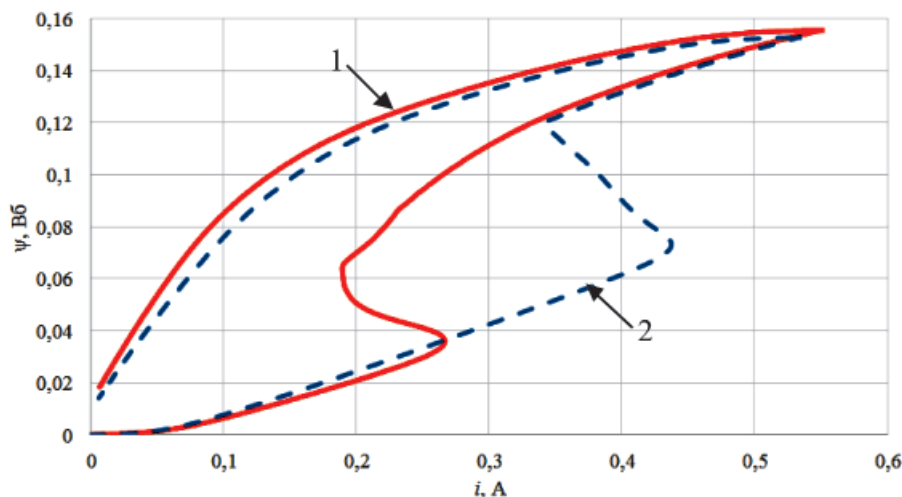


Рис. 2. Вебер-амперные характеристики электромагнита:
1 – без дополнительной противодействующей силы; 2 – с дополнительной силой, препятствующей движению якоря

Предложенный алгоритм опробован на результатах измерений устройства [16]. Результаты экспериментальных исследований подтвердили правильность теоретических выводов. На рис. 2 приведены измеренные вебер-амперные характеристики одного и того же электромагнита, причем для получения второго графика электромагнит был нагружен дополнительным противодействующим усилием в виде возвратной пружины, моделирующей увеличение коэффициента трения $k_{тр}$.

Результаты работы получены в рамках выполнения показателей по стипендии Президента Российской Федерации для молодых ученых и аспирантов, осуществляющих перспективные научные исследования и разработки по приоритетным направлениям модернизации российской экономики в период с 2012 по 2014 гг., номер гранта СП-748.2012.1 и в период с 2013 по 2014 гг., номер гранта СП-1967.2013.1. Работы выполнены в СНИЛ «ИИС» ЮРГПУ(НПИ). Работы выполнены с использованием оборудования ЦКП «Диагностика и энергоэффективное электрооборудование» ЮРГПУ(НПИ).

Список литературы

1. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле. – М.: Высш. шк., 1986. – С. 126–127.
2. Горбатенко Н.И., Ланкин М.В., Наракидзе Н.Д., Шайхутдинов Д.В., Тришечкин Д.В. Устройство для испытания изделий из ферромагнитных материалов // Патент России на изобретение № 2357265.2009. Бюл. № 15.
3. Горбатенко Н.И., Ланкин М.В., Шайхутдинов Д.В., Широков К.М. Устройство для измерения характеристик магнитомягких материалов // Патент России на изобретение № 2390789.2010. Бюл. № 15.
4. Гордон А.В. Электромагниты постоянного тока / А.В. Гордон, А.Г. Сливинская. – М.: Госэнергоиздат, 1960. – 447 с.
5. Ланкин М.В., Горбатенко Н.И., Гречихин В.В., Саввин Д.Д., Ланкина Г.В., Ткаченко Е.Г. Устройство для измерения напряженности магнитного поля // Патент России на изобретение № 2155968.2004. Бюл. № 13.
6. Ланкин М.В., Горбатенко Н.И., Гришин А.С., Пжилюский А.А. Устройство для классификации ферромагнитных материалов по форме кривой намагничивания // Патент России на изобретение № 2185635.2004. Бюл. № 16.
7. Сахавова А.А., Широков К.М., Январев С.Г. Применение метода косвенного определения вебер-амперных характеристик в автоматизированной системе бессенсорной диагностики электромагнитных механизмов // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5; URL: www.science-education.ru/111-10234 (дата обращения: 04.10.2013).
8. Шайхутдинов Д.В. Устройство для экспресс-испытаний изделий из листовой стали // Контроль. Диагностика. – 2011. – № 6(156). – С. 55–61.

9. Шайхутдинов Д.В., Горбатенко Н.И., Ахмедов Ш.В., Шайхутдинова М.В. Датчик и прибор для измерения магнитных параметров листовой электротехнической стали // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 4. – URL: www.science-education.ru/110-9756.

10. Шайхутдинов Д.В., Горбатенко Н.И., Наракидзе Н.Д., Леухин Р.И., Широков К.М., Дубров В.И., Стеценко И.А., Ахмедов Ш.В. Измерительный преобразователь напряженности магнитного поля для прибора экспресс-испытаний изделий из листовой электротехнической стали // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5; URL: <http://www.science-education.ru/119-14895> (дата обращения: 14.10.2014).

11. Шайхутдинов Д.В., Гречихин В.В., Боровой В.В. Методы и приборы экспресс-контроля магнитных параметров для промышленных систем управления // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6. – URL: <http://education.ru/106-7516> (дата обращения: 16.05.2014).

12. Шайхутдинов Д.В., Ланкин М.В., Боровой В.В. Измерение магнитных характеристик элементов мехатронных систем в режиме последовательного резонанса // Известия вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2009. – Спец. выпуск: Мехатроника. Современное состояние и тенденции развития. – С. 177–179.

13. Шайхутдинов Д.В., Шайхутдинова М.В. Метод определения магнитных свойств электротехнической стали // Международный журнал экспериментального образования. – 2013. – № 11–1. – С. 105–107.

14. Шайхутдинов Д.В., Январев С.Г., Широков К.М., Ахмедов Ш.В. Метод технической диагностики нарушений геометрических параметров магнитной системы электромагнитных устройств на базе их вебер-амперных характеристик // Международный журнал экспериментального образования. – 2014. – № 8 (Ч.1). – С. 84–86.

15. Шайхутдинов Д.В., Январев С.Г., Широков К.М., Леухин Р.И. Метод технической диагностики межвитковых замыканий в электромагнитных устройствах на базе их вебер-амперных характеристик // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 8. – С. 69–71.

16. Широков К.М., Шайхутдинов Д.В., Дубров В.И., Январев С.Г., Ахмедов Ш.В., Шайхутдинова М.В. Устройство магнитного контроля для подсистемы управления производством электротехнических изделий // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6; URL: www.science-education.ru/113-11665 (дата обращения: 16.05.2014).

17. Широков К.М., Гречихин В.В. Исследование бессенсорных устройств определения магнитных характеристик для систем управления производством электромагнитов // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 6. – С. 1173–1178.

18. Shaykhutdinov D.V., Gorbatenko N.I., Akhmedov Sh.V., Shaykhutdinova M.V., Shirokov K.M. Experimental and Simulation Tests of Magnetic Characteristics of Electrical Sheet Steel // Life Science Journal. – 2013. – № 10(4); URL: http://www.lifesciencesite.com/ljs/life1004/361_22173life1004_2698_2702.pdf.

References

1. Bessonov L.A. Teoreticheskie osnovy elektrotehniki. Elektromagnitnoe pole. M.: Visshaya shkola, 1986. pp. 126–127.

2. Gorbatenko N.I., Lankin M.V., Narakidze N.D., Shaykhutdinov D.V., Trischechkin D.V. Ustrojstvo dlia ispitaniya izdelij iz ferromagnitnih materialov // Patent Rossii no. 2357265.2009. Bul. no. 15.

3. Gorbatenko N.I., Lankin M.V., Shaykhutdinov D.V., Shirokov K.M. Ustrojstvo dlia izmereniya harakteristik magnitnojagkih materialov // Patent Rossii no. 2390789.2010. Bul. no. 15.

4. Gordon A.V. Elektromagniti postojannogo toka / A.V. Gordon, A.G. Slivinskaja. M.: Gosenergoizdat, 1960. 447 p.

5. Lankin M.V., Gorbatenko N.I., Grechikhin V.V., Savvin D.D., Lankina G.V., Tkachenko E.V. Ustrojstvo dlia izmereniya napriagennosti magnitnogo polia // Patent Rossii no. 2155968.2004. Bul. no. 13.

6. Lankin M.V., Gorbatenko N.I., Grishin A.S., Pgilusskij A.A. Ustrojstvo dlia klassifikacii ferromagnitnih materialov po forme krivnoj namagnichivania // Patent Rossii no. 2185635.2004. Bul. no. 16.

7. Sakhavova A.A., Shirokov K.M., Yanvarev S.G. Primenenie metoda kosvennogo opredeleniya veber-ampernih harakteristik v avtomatizirovannoj sisteme bessensornoj diagnostiki jelektromagnitnyh mehanizmov // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija, 2013, no. 5; URL: www.science-education.ru/111-10234.

8. Shaykhutdinov D.V. Ustrojstvo dlia ekspress-isptaniy izdelij iz listovoj stali // Kontrol'. Diagnostika. 2011. no. 6(156). pp. 55–61.

9. Shaykhutdinov D.V., Gorbatenko N.I., Akhmedov Sh.V., Shaykhutdinova M.V. Datchik i pribor dlia izmereniya magnitnih parametrov listovoj elektrotehnicheskoi stali // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija, 2013. no. 4. URL: www.science-education.ru/110-9756.

10. Shaykhutdinov D.V., Gorbatenko N.I., Narakidze N.D., Leukhin R.I., Shirokov K.M., Dubrov V.I., Stetsenko I.A., Akhmedov Sh.V. Izmeritel'nij preobrazovatel napriagennosti magnitnogo polia dlia pribora ekspress-isptaniy izdelij iz listovoj elektrotehnicheskoi stali // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija, 2014. no. 5; URL: <http://www.science-education.ru/119-14895>.

11. Shaykhutdinov D.V., Grechikhin V.V., Borovoy V.V. Metodi i probori ekspress-kontrolya magnitnih parametrov dlia promishlennih sistem upravlenija // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija, 2012. no. 6. – URL: <http://education.ru/106-7516>.

12. Shaykhutdinov D.V., Lankin M.V., Borovoy V.V. Izmerenie magnitnih harakteristik elementov mehatronnih sistem v regime posledovatel'nogo rezonansa // Izvestija vuzov. Sev.-Kavk. region. Tekhn. nauki. 2009. Spec. vipusk: Mekhatronika. Sovremennoe sostojanie i tendencii razvitija. pp. 177–179.

13. Shaykhutdinov D.V., Shaykhutdinova M.V. Metod opredelenija magnitnih svojavstv elektrotehnicheskoi stali // Megdunarodnij jurnal eksperimentalnogo obrazovanija, 2013. no. 11–1. pp. 105–107.

14. Shaykhutdinov D.V., Yanvarev S.G., Shirokov K.M., Akhmedov Sh.V. Metod tehniceskoi diagnostiki narushenij geometricheskikh parametrov magnitnoj sistemi elektromagnitnih ustroystv na base ih veber-ampernih harakteristik // Megdunarodnij jurnal eksperimentalnogo obrazovanija, 2014. no. 8 (P.1). pp. 84–86.

15. Shaykhutdinov D.V., Yanvarev S.G., Shirokov K.M., Leukhin R.I. Metod tehniceskoi diagnostiki megvitkovih zamikanij v elektromagnitnih ustroystvah na base ih veber-ampernih harakteristik // Sovremennye naukojemkie tehnologii, 2014. no. 8. pp. 69–71.

16. Shirokov K.M., Shaykhutdinov D.V., Dubrov V.I., Yanvarev S.G., Akhmedov Sh.V., Shaykhutdinova M.V. Ustrojstvo magnitnogo kontrolya dlia podsistemi upravlenija proizvodstvom elektrotehnicheskikh izdelij // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija, 2013. no. 6; URL: www.science-education.ru/113-11665.

17. Shirokov K.M., Grechikhin V.V. Issledovanie bessensornih ustroystv opredelenija magnitnih harakteristik dlia sistem upravlenija proizvodstvom elektromagnitov // Fudamentalnie issledovanija, 2014. no. 6. pp. 1173–1178.

18. Shaykhutdinov D.V., Gorbatenko N.I., Akhmedov Sh.V., Shaykhutdinova M.V., Shirokov K.M. Experimental and Simulation Tests of Magnetic Characteristics of Electrical Sheet Steel // Life Science Journal. 2013. no. 10(4); URL: http://www.lifesciencesite.com/ljs/life1004/361_22173life1004_2698_2702.pdf.

Рецензенты:

Гречихин В.В., д.т.н., профессор кафедры «Информационные и измерительные системы и технологии», ФГБОУ ВПО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», г. Новочеркасск;

Кириевский Е.В., д.т.н., профессор кафедры «Информационные и измерительные системы и технологии», ФГБОУ ВПО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», г. Новочеркасск.

Работа поступила в редакцию 28.11.2014.

УДК 621.746.58.001.57

ЭЛЕМЕНТЫ РОБОТИЗАЦИИ В ЭЛЕКТРОЛИЗЕ АЛЮМИНИЯ**Шанин И.М.***ГОУ ВПО «Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»,
Санкт-Петербург, e-mail: igorsazonovo@spmi.ru*

Обсуждаются вопросы использования робототехники при обслуживании электролизера большой мощности. Роботы решают задачи, которые не может эффективно выполнять рабочий персонал электролизных серий в непрерывном режиме в условиях высоких температур или агрессивной химической среды. Робототехнические комплексы и промышленные манипуляторы можно применять для работы в труднодоступных местах и в местах со сложными условиями окружающей среды и для частных случаев построения электрических приводов, где основной упор делается на обеспечение требуемого движения, прежде всего высокоточного, а не на его энергетические характеристики. Требования современного электролитического производства алюминия зачастую подразумевают непрерывные результаты замеров, чего можно добиться путем применения современных робототехнических комплексов.

Ключевые слова: робототехника, алюминиевый электролизер, система АПГ, механический манипулятор

ELEMENTS OF ROBOTICS IN ALUMINUM ELECTROLYSIS**Shanin I.M.***NMRU (University of mines), Saint Petersburg, e-mail: igorsazonovo@spmi.ru*

Discusses the use of robotics for maintenance of the cell high power. Robots perform tasks that cannot effectively carry out the working staff electrolysis runs in continuous mode at high temperatures or aggressive chemical environment. Robotic systems and industrial manipulators can be used to work in remote areas and in places with difficult environmental conditions and for special cases of the construction of electric drives, where the emphasis is on the provision of the required movement, primarily high-precision, and not on its energy characteristics. Demands of the modern electrolytic aluminum production often involve continuous measurement results that can be achieved through the use of modern robotic systems.

Keywords: robotics, an aluminum electrolysis cell, system of automated alumina, a mechanical arm

**Характеристики
робототехнических систем**

В настоящее время в ходе процесса электролиза не все основные технологические параметры контролируются постоянно. Замеры проводятся в основном вручную, и это является главной проблемой управляемости процесса электролиза алюминия. Стабилизация параметров процесса на основе автоматического управления определяет эффективность производства. Функционирование алюминиевого электролизера как сложной и многофункциональной системы при помощи механизированных интеллектуальных систем управления (робототехники) – это новый шаг в развитии современного производства.

Научно-техническими предпосылками внедрения элементов робототехники стали кибернетика и вычислительная техника [5]. Предшественниками роботов были всевозможные манипуляторы с ручным или автоматизированным управлением. Наибольшее применение манипуляторы, а впоследствии и роботы, нашли в атомной энергетике, металлургии, медицине, автомобилестроении и др. областях. Роботы первого поколения имели программное управление, заимствованное у ЧПУ станков. Роботы второго по-

коления были оснащены системами технического зрения.

Высокие темпы развития робототехники были также обусловлены особыми социальными и экономическими условиями, сложившимися к моменту появления первых роботов, а также значительно более острой потребностью в роботизации промышленных предприятий. Известно, что российская металлургическая промышленность зачастую является основным переработчиком первичного сырья на своих предприятиях и осуществляет выпуск полуфабрикатов, которые впоследствии, превращаются в продукт с высокой добавочной стоимостью за рубежом. Поэтому главной задачей является снижение себестоимости продукции в сочетании с высокой управляемостью технологическим процессом. Особую роль для решения вопросов эффективной работы производственных линий на металлургических предприятиях должны играть специальные измерительные комплексы (робототехнические системы), снабженные программным обеспечением, которые наряду с текущим контролем параметров в условиях высокоагрессивной химической среды при обратной связи с комплексом ЭВМ управляют технологией

на протяжении заданного промежутка времени. На рис. 1 представлена практическая

схема управления технологическим процессом на базе нейронной модели.

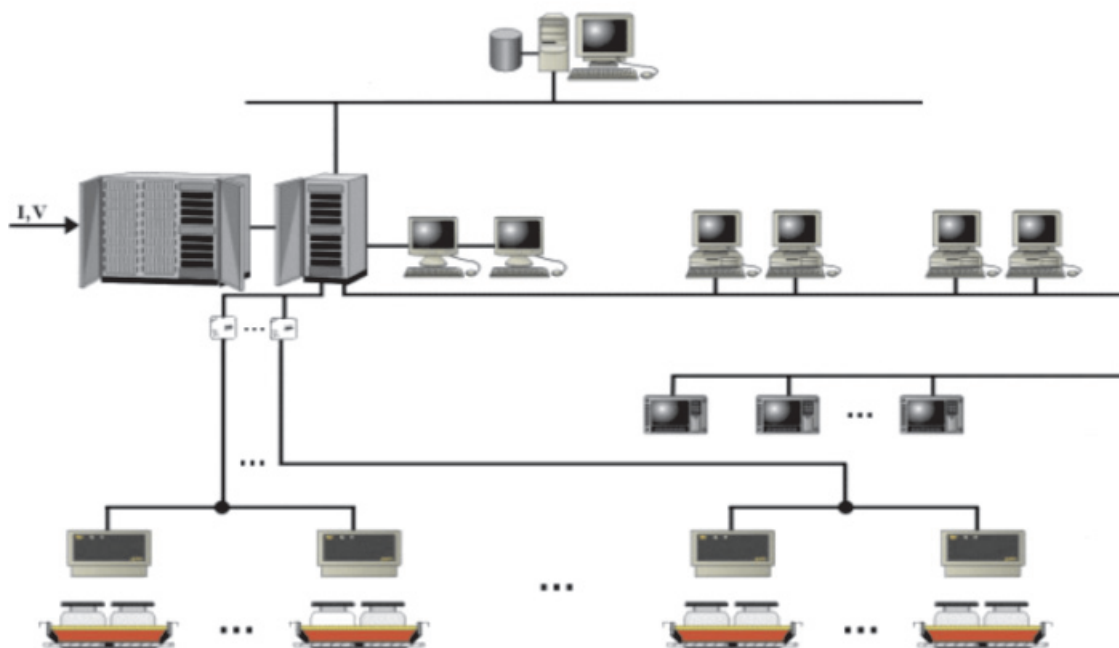


Рис. 1. Современная схема управления технологическим процессом электролиза при помощи нейросетевого компьютеринга

Современная техника невозможна без колебательных, периодических и близких к ним нестационарных процессов. Ими удобно управлять при помощи робототехнических систем, к тому же они позволяют в огромное число раз усиливать слабые сигналы, у них масса других достоинств.

По типу управления робототехнические системы можно разделить на:

- Биотехнические: командные (кнопочное управление отдельными звеньями робота); копирующие (повтор движения человека с обратной связью, передающей прилагаемое усилие); полуавтоматические (управление командным органом и схемой робота).

- Автоматические: программные (функционируют по заданной программе, в основном предназначены для решения однообразных задач в стабильных технологических условиях); адаптивные (решают типовые задачи условия функционирования); интеллектуальные (наиболее развитые автоматические системы).

- Интерактивные: автоматизированные (обмен автоматических и биотехнических режимов); супервизорные (автоматические системы, в которых человек выполняет только целеуказательные функции); диалоговые (машина участвует в диалоге с опера-

тором по выбору стратегии поведения, оснащенной экспертной системой, способной прогнозировать результаты манипуляций и дающей советы по выбору цели).

Контроль и диагностика технологического состояния

Предлагаемые в электролизе алюминия современные интеллектуальные системы являются примером внедрения робототехники в металлургический процесс, и они позволяют соединить систему управления технологией (через автоматизированные системы АСУ ТП) с механикой систем автоматического питания (АПГ) на основе нейросетевых моделей для диагностики (рис. 2).

Существует концепция о создании высокоэкономичной «идеальной модели алюминиевого электролизера», когда электролизная ячейка может саморегулироваться в режиме *sophisticated system* с минимальным влиянием человеческого фактора [1]. В этой связи приоритетным направлением может быть создание электролизера с упорядоченным тепловым, энергетическим и материальным балансом. Представляет определенный интерес вопрос диагностирования изменяющейся во времени самоорганизованной материальной системы – алюминиевого электролизера.



Рис. 2. Блок-схема алгоритма построения и функционирования системы диагностики электролизного производства

Такой подход дает возможность гарантированно пробивать криолит-глиноземную корку, питать электролизер глиноземом и одновременно передавать информацию о неисправности оборудования и отклонениях основных параметров задолго до наступления анодного эффекта АЭ, во время которого происходит остановка процесса. Система АПГ перестает быть «черным ящиком» для АСУ ТП электролизера, а управление переходит на новый уровень и появляется обратная связь через идентифицированный сигнал, т.е. регулирование

подачи сырья осуществляется через многофункциональный пробойник (рис. 3).

Информационная база для контроля технологических параметров создается после отбора проб электролита и при замерах с помощью разработанного специального устройства для отбора проб. Для определения значения используется способ контроля технологических параметров электролита алюминиевого электролизера, который заключается в сравнении текущего замера электрических показателей со значениями полученных после отбора химических проб в матрице [2].



Рис. 3. Управление технологическим процессом через систему питания (АПП)

Система периодически проводит их проверку по алгоритму на соответствие по блок-схеме и выдает рекомендации. Отклонение полученных результатов от требуемых значений качества не превышает 5% и увеличивает технико-экономические показатели на 10–15%.

Контроль технологических операций электролизера

Для робототехники характерна полная интеграция механики, электрических машин, силовой электроники, микропроцессорной техники и программного обеспечения. Такие принципы уже сегодня используются в работе многофункциональных кранов-манипуляторов при выполнении технологических операций по обслуживанию электролизера: замена анода, загрузка сырья в бункеры АПП и АПФС, раскиска электролита от пены и корки и т.д. Ввод дополнительных функций мониторинга текущего технологического состояния при помощи многофункционального крана позволит оптимизировать работу систем питания и стабилизировать процесс в заданных параметрах.

Как правило, на электролизере мощностью более 300 кА в течение суток происходит замена одного или двух огарков из анодного массива на новый обожженный анод. В период замены (около 10–15 минут) поверхность электролита остается открытой. Это дает возможность произвести замеры при помощи манипулирующих устройств,

расположенных на кране. Видеосъемка и контроль через сканирующий тепловизор, прикрепленный к кабине, позволяет оценить магнитодинамическое и тепловое состояние электролизера. По измеренному спектру можно оценить температуру и крио-литовое отношение. Контроль выбросов фторидов и других летучих фиксируется при помощи специального мобильного газоанализатора. Данные регистрируются и передаются на интерфейс АСУ ТП.

Мехатронная система многофункционального крана, обслуживающего электролизеры, является объединением электро-механических компонентов с силовой электроникой, которые управляются с помощью различных микроконтроллеров, ПК или других вычислительных устройств. При этом система в истинно мехатронном подходе, несмотря на использование стандартных компонентов, строится как можно более монолитно, конструкторы стараются объединить все части системы воедино без использования лишних интерфейсов между модулями. В частности, применяя встроенные непосредственно в микроконтроллеры АЦП, интеллектуальные силовые преобразователи и т.п. Иногда система содержит принципиально новые с конструкторской точки зрения узлы, такие как электромагнитные подвесы, заменяющие обычные подшипниковые узлы. К сожалению, такие подвесы дороги и сложны в управлении и в нашей стране применяются редко.

Выводы

В результате внедрения робототехники в процесс измерения технологических параметров и проведения операций по обслуживанию электролизеров становится возможной переоценка математических моделей и принятых допущений для практической реализации управления ванной по алгоритмам, построенным на основе полученных моделей.

Повышение частоты измерения некоторых параметров и более точного измерения анодных токов в результате применения комплексной АСУТП дает возможность для раннего прогнозирования анодного эффекта. Величина тока, протекающего в каждом аноде, определяется комбинированием электрических сопротивлений в соответствующий момент. Сопротивление регулируется анодной динамикой процесса и условиями для ванны в непосредственной близости от анода. Поскольку линейный ток регулируется в процессе работы, анодные токи перераспределяются, когда возникает изменение пути сопротивления.

В результате мониторинга токовых сигналов отдельных анодов становится возможным осуществлять контроль за местными условиями анодных блоков и таким образом обнаруживать отклонения на локальном уровне.

Система определения количества металла, которое необходимо вылить из каждой ванны, отличается для разных электролизных серий. Графики выливки, используемые как руководство к извлечению определенного количества металла, варьируются за счет корректировок, а также существуют ограничения из-за состояния технических параметров. Показатели веса металла отличаются относительно процента выливаемых ванн, находящихся в интервале и способности действующего графика поддерживать уровень металла на заданном значении.

Сегодня существует необходимость постоянного управления процессом по всем составляющим с учетом текущих технологических изменений, используя синергетические модели на базе нейросетевого компьютеринга. Системы АСУТП и управления процессом на каждом предприятии индивидуальны. Научная и практическая деятельность формирует общие признаки этих систем, а также методы, инструменты и принципиальные подходы, которые можно применять в каждой из них.

Таким образом, передовые технологии электролиза позволяют использовать элементы робототехники практически на всех технологических операциях. Это позволяет повысить эффективность процесса электролиза алюминия за счет создания единой

АСУТП, уменьшить участие обслуживающего персонала на вредных участках, исключить человеческий фактор при оценке технологических параметров.

Уровень автоматизации и механизации на российских алюминиевых предприятиях на протяжении многих лет был значительно ниже, чем в других странах. Тенденция роста уровня автоматизации алюминиевых предприятий может частично решить проблемы обеспечения конкурентоспособности выпускаемой продукции.

Решение перечисленных выше задач невозможно без объединения в одном комплексе трех составляющих: технологического оборудования, комплекса управляющих технических робототехнических средств и современных мощных алгоритмов обработки информации.

Список литературы

1. Бажин В.Ю. Синергетика в электролизе алюминия / В.Ю. Бажин, А.А. Власов // Расплавы. – 2010. № 6. С. 52–57.
2. Бажин В.Ю. Управление анодным эффектом на алюминиевом электролизере / В.Ю. Бажин, А.А. Власов, А.В. Лупенков // Металлург. – 2011. – № 6. – С. 47–52.
3. Борисоглебский Ю.В., Галевский Г.В., Кулагин Н.М., Минцис М.Я., Сиразутдинов Г.А., / Металлургия алюминия – Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН. – 1999. – 438 с.
4. Ченг С., Мениктас С., Бао Дж., Скилас-Казакос М., Уэлч Б.: Анализ частотной характеристики анодных токовых сигналов как диагностического средства обнаружения приближающихся анодных эффектов в алюминиевых электролизерах // TMS (Минералы, металлы и Общество материалов). – США, 2013.
5. Юревич Е.И. Основы робототехники. – 2-е изд. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 401 с.

References

1. Bajin V.Yu. Sinergetika v elektrolize alyuminiya / V.Yu. Bajin, A.A. Vlasov // Rasplavi. 2010. no. 6. pp. 52–57.
2. Bajin V.Yu. Upravlenie anodnim effektom na alyuminievom elektrolizere / V.Yu. Bajin A.A. Vlasov. A.V. Lupenkov // Metallurg. 2011. no. 6. pp. 47–52.
3. Borisoglebskii Yu.V. Galevskii G.V. Kulagin N.M. Minicis M.Ya. Sirazutdinov G.A. / Metallurgiya alyuminiya Novosibirsk Nauka. Sibirskaia izdatelskaya firma RAN 1999 438 p.
4. Cheng S. Meniktas S. Bao Dj. Skilas Kazakos M. Uelch B. Analiz chastotnoi harakteristiki anodnih tokovih signalov kak diagnosticheskogo sredstva obnaruzeniia priblijayushchisya anodnih effektov v alyuminievih elektrolizerah // TMS Minerali metalli i Obschestvo material, / USA 2013.
5. Yurevich E.I. Osnovi robototekhniki. 2e izd. SanktPeterburg / BHVPeterburg 2005. 401 p.

Рецензенты:

Утков В.А., д.т.н., профессор, главный специалист Инженерно-технологического центра, ОАО «РУСАЛ ВАМИ», г. Санкт-Петербург;

Петров Г.В., д.т.н., профессор кафедры металлургии, Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», г. Санкт-Петербург.

Работа поступила в редакцию 28.11.2014.

УДК 625.85.06:691.168

ДОБАВКА В АСФАЛЬТОБЕТОННЫЕ СМЕСИ ДЛЯ ПРОДЛЕНИЯ СЕЗОНА ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Ядыкина В.В., Гридчин А.М., Холопов В.С., Траутвайн А.И.

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

Проведены экспериментальные исследования по изучению влияния добавки ДАД ТА-1 (ООО «Селена») на физико-механические характеристики асфальтобетона типа Б и обоснование возможности снижения температуры уплотнения образцов за счет использования указанной добавки. При проведении анализа учитывали следующие параметры, которые в дальнейшем способны оказать влияние на динамику процесса изменения свойств асфальтобетонного покрытия: концентрация добавки, температура уплотнения асфальтобетонных образцов. Физико-механические показатели образцов асфальтобетона, заформованных без добавки при 130°C, удовлетворяют требованиям ГОСТ 9128-2013. Однако снижение температуры уплотнения до 100°C приводит к тому, что несколько показателей остаются за пределами нормативных требований. Введение добавки ДАД ТА-1 приводит к улучшению всех показателей асфальтобетона, причем с повышением концентрации положительная динамика увеличивается. Следует отметить, что прочность асфальтобетонных образцов изменяется незначительно как при снижении температуры уплотнения, так и при повышении концентрации добавки. При этом использование ДАД ТА-1 при концентрации выше 0,8 % по отношению к массе битума дает возможность снизить температуру уплотнения смеси до 100°C, что позволит значительно продлить строительный сезон.

Ключевые слова: теплые асфальтобетонные смеси, добавка ДАД ТА-1, температура приготовления, концентрация, физико-механические характеристики

ADDITIVE IN ASPHALT MIXTURES FOR EXTENDING SEASON ROAD CONSTRUCTION

Yadykina V.V., Gridchin A.M., Kholopov V.S., Trautvain A.I.

Belgorod Shukhov state technological university, Belgorod, e-mail: rector@intbel.ru

Experimental studies on the effect of road adhesion additive RAA TA-1 (company «Selen») on the physical and mechanical properties asphalt concrete and justification of the possibility of reducing the temperature of the seal of the samples by the use of additive. In the analysis, consider the following options, which are then able to influence the dynamics of the process of change of properties of asphalt concrete pavement: additive concentration, temperature compaction of asphalt concrete samples. Physical and mechanical properties samples of the asphalt concrete without additives, compacted at 130 °C, satisfy the requirements of the state education standard 9128-2013. However, reducing temperature of compaction to 100 °C leads to the fact that several parameters are outside the regulations. Introduction additives RAA TA-1 leads to improvement of all parameters asphalt concrete, and with increasing concentration of a positive trend increases. Strength of asphalt samples slightly varies as the temperature drops seal and with increasing concentration of the additive. The use RAA TA-1 at a concentration higher than 0.8 % by weight of bitumen makes it possible to reduce the seal temperature to 100 °C mixture, which will significantly extend the building season.

Keywords: warm asphalt mix, additive RAA TA-1, the temperature of manufacture, the concentration, physical-mechanical characteristics

Асфальтовые смеси широко применяются в строительстве и техническом обслуживании дорог, и большую их часть получают горячим способом. Очень часто дорожники вынуждены проводить строительные работы с наступлением холодов. При укладке горячего асфальтобетона на холодную поверхность смесь очень быстро остывает, поэтому уплотнить ее должным образом не удастся.

Одним из способов решения этой проблемы является применение таких асфальтобетонных смесей, которые могут уплотняться при более низких температурах и по свойствам отвечать требованиям для горячих асфальтобетонных смесей [1]. Такие смеси начали активно применять последние 10 лет, и их принято называть теплыми асфальтобетонными смесями [2]. Их применение

также позволяет решать одновременно экологические задачи по уменьшению эмиссии углекислого газа в окружающую среду, а также экономить энергетические ресурсы и увеличивать строительный сезон.

Теплые асфальтобетонные смеси создают за счет специальных добавок, которые позволяют снизить температуру приготовления и укладки асфальтобетонных смесей на 20–40°C за счет уменьшения вязкости битума при температурах приготовления и укладки. Количество таких веществ непрерывно возрастает [3–4]. Благодаря применению таких добавок радиус обслуживания асфальтобетонного завода увеличивается, так как смесь остается удобоукладываемой и легко уплотняется при температурах 100–120°C.

Цель исследования. Целью работы явилось исследование влияния добавки ДАД ТА-1 (ООО «Селена») на физико-механические характеристики асфальтобетона типа Б и обоснование возможности снижения температуры уплотнения

образцов за счет использования указанной добавки.

Материал и методы исследования

Для исследований использовали битум БНД 60/90 Саратовского НПЗ, характеристики которого приведены в табл. 1.

Таблица 1

Физико-механические показатели битума БНД 60/90

Наименование показателя	Требования ГОСТ	Фактические показатели
Глубина проникания иглы, 0,1 мм, при 25°C при 0°C	61–90 не менее 20	70 25
Растяжимость, см, при 25°C при 0°C	не менее 55 не менее 3,5	90 3,6
Температура хрупкости, °C	не выше –15	–22
Температура вспышки, °C	не ниже 230	290
Температура размягчения по кольцу и шар, °C	не ниже 47	48
Сцепление битума с эталонным мрамором	–	2 балла
Индекс пенетрации	от –0,1 до +1,0	–1,0

Асфальтобетонную смесь готовили с использованием гранитного щебня фракции 5–20, песка из отсева дробления гранита, известнякового минерального порошка. Асфальтобетонная смесь имела следующий состав:

- щебень фр. 5–20 Павловского карьера – 39 %;
 - отсев дробления гранита Павловского карьера – 55 %;
 - известняковый минеральный порошок ООО «Недра» – 6 %;
 - битум марки БНД 60/90 Московского НПЗ – 6 %.
- Температура приготовления смеси составляла 155 °C.

Образцы асфальтобетона испытывали в соответствии с ГОСТ 12801-98.

Результаты исследования и их обсуждение

В работе [5] установлено, что при введении добавки уменьшается вязкость битума,

возрастает растяжимость, повышается сцепление с гранитным щебнем, температура размягчения не изменяется.

На первом этапе были проведены исследования по влиянию концентрации добавки ДАД ТА-1 на физико-механические характеристики асфальтобетонных образцов, заформованных при температуре 150 °C. Результаты, представленные в табл. 2, свидетельствуют о том, что с увеличением концентрации добавки прочность образцов асфальтобетона при 20 и 50 °C возрастает не более чем на 10 %, прочность при 0 °C снижается примерно на такую же величину.

Более значительное влияние добавка оказывает на водонасыщение и водостойкость образцов асфальтобетона (рис. 1).

Таблица 2

Влияние концентрации добавки ДАД ТА-1 на прочность асфальтобетона типа Б

Концентрация добавки в битуме, %	Средняя плотность, г/см ³	Предел прочности при сжатии при различных температурах, МПа		
		20 °C	50 °C	0 °C
Без добавки	2,37	4,0	1,2	10,8
0,4	2,37	4,0	1,2	10,5
0,6	2,37	4,0	1,2	10,4
0,8	2,38	4,2	1,3	10,4
1,0	2,38	4,4	1,3	10,0
Требования ГОСТ 9128-2013	–	не менее		не более 12
		2,2	1,0	

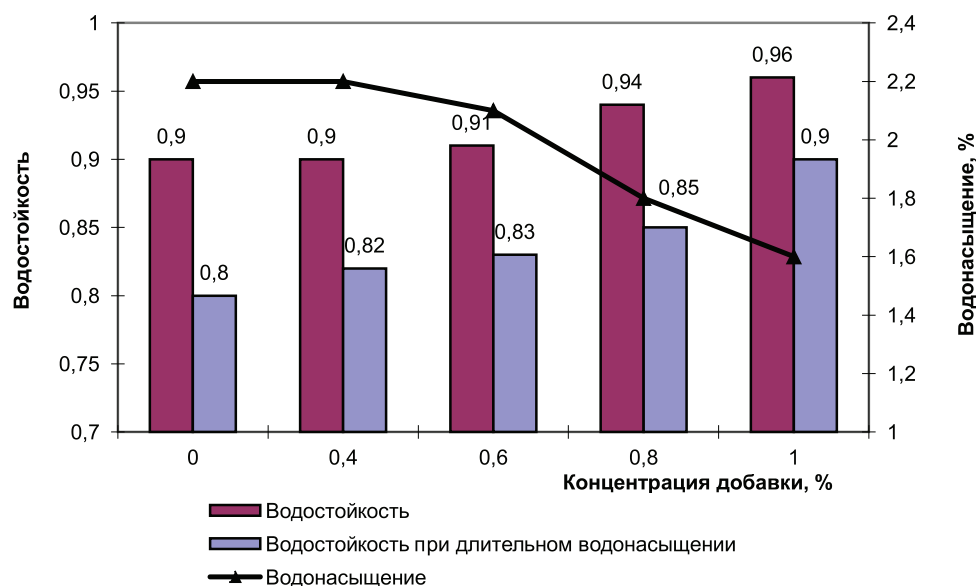


Рис. 1. Влияние концентрации добавки ДАД ТА-1 на водонасыщение и водостойкость асфальтобетона

Так, водонасыщение образцов при возрастании концентрации добавки с 0,4 до 1 % снизилось с 2,2 до 1,6, причем наибольшее падение этого показателя наблюдалось при концентрации ДАД-ТА-1 выше 0,6 % и составило более 80 %.

Водостойкость асфальтобетона заметно повысилась, особенно при водонасыщении в течение 15 суток. Возрастание этого коэффициента также более стреми-

тельно при концентрации добавки, превышающей 0,6 %.

На следующем этапе были проведены исследования по изучению возможности снижения температуры уплотнения образцов. Состав и температура приготовления смеси остались такими же, как и в предыдущих опытах, температура формования образцов составила 130 и 100 °С, концентрация добавки – 0,6–1,0 %.

Таблица 3
Влияние температуры уплотнения образцов и концентрации добавки ДАД ТА-1 на прочность асфальтобетона типа Б

Концентрация добавки в битуме, %	Средняя плотность, г/см³	Предел прочности при сжатии при различных температурах, МПа		
		20 °С	50 °С	0 °С
Температура уплотнения 100 °С				
Без добавки	2,32	3,4	1,0	11,4
0,6 %	2,33	3,6	1,1	11,0
0,8 %	2,34	3,7	1,2	10,4
1,0 %	2,35	3,7	1,2	10,0
Температура уплотнения 130 °С				
Без добавки	2,36	3,8	1,2	11,0
0,6 %	2,37	3,9	1,2	11,2
0,8 %	2,37	4,0	1,2	11,0
1,0 %	2,38	4,2	1,3	10,5
Требования ГОСТ 9128-2013	—	не менее		не более 12
		2,2	1,0	

Как и следовало ожидать, физико-механические показатели образцов асфальтобетона, заформованных без добавки при 130 °С, удовлетворяют требованиям ГОСТ.

Однако снижение температуры уплотнения до 100 °С приводит к тому, что несколько показателей остаются за пределами нормативных требований. При снижении

температуры формования образцов без добавки со 130 до 100°C резко возросло водонасыщение (с 2,8 до 4,7) и снизилась водостойкость асфальтобетона до значений, не достигающих требований ГОСТ. Прочность при 50°C также опустилась до предельного значения. Эти результаты соответствуют нормативам, запрещающим уплотнять горячий асфальтобетон при температуре ниже 120°C.

Введение добавки ДАД ТА-1 приводит к улучшению всех показателей асфальтобетона, причем с повышением концентрации положительная динамика увеличивается (табл. 3, рис. 2–3). Следует отметить, что прочность асфальтобетонных образцов изменяется незначительно как при снижении температуры уплотнения, так и при повышении концентрации добавки.

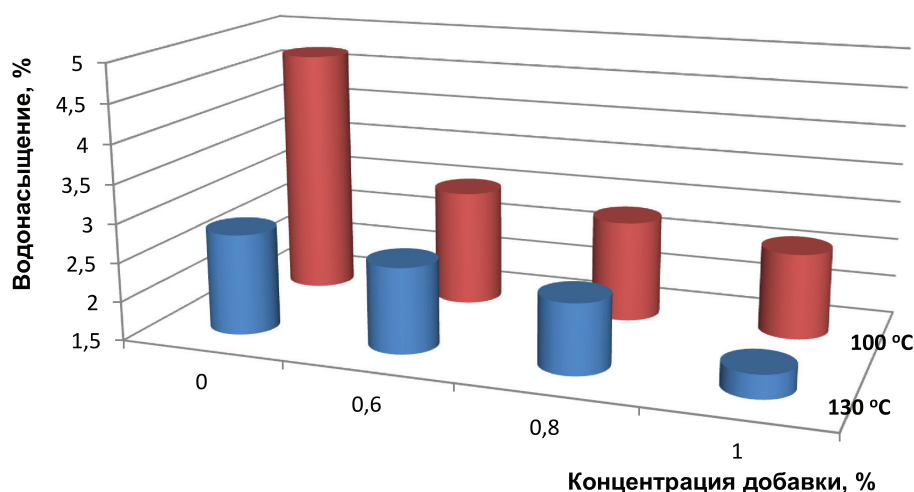


Рис. 2. Влияние температуры уплотнения и концентрации добавки ДАД ТА-1 на водонасыщение асфальтобетона типа Б

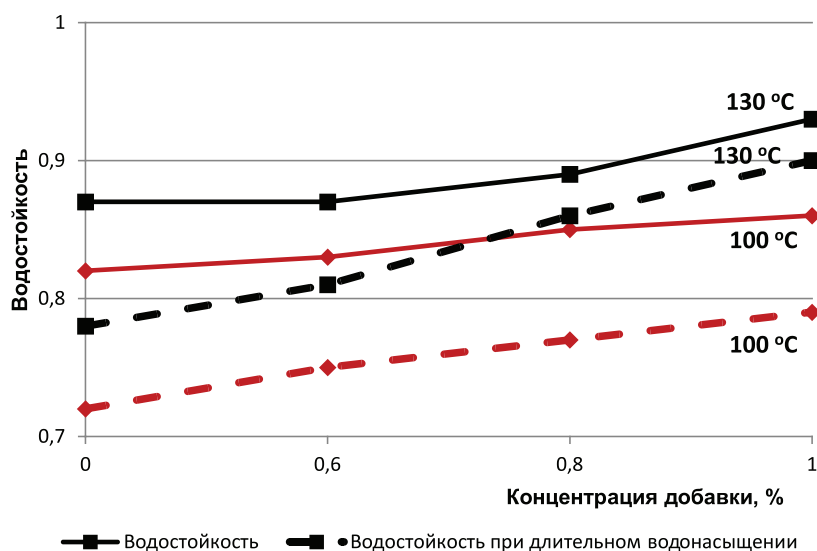


Рис. 3. Влияние температуры уплотнения и концентрации добавки ДАД ТА-1 на водостойкость и водостойкость при длительном водонасыщении асфальтобетона типа Б

Введение добавки резко снижает водонасыщение образцов, заформованных при 130 и 100°C (рис. 2), причем все значения этого показателя вписываются в требования ГОСТ для горячего асфальтобетона и снижаются при повышении концентрации добавки.

Аналогично, но в сторону повышения, изменяются показатели водостойкости при кратковременном и длительном водонасыщении (рис. 3). Обращает на себя внимание тот факт, что при температуре формования 100°C и концентрации добавки 0,6% эти

показатели на грани или ниже требований ГОСТ для горячего асфальтобетона. Поэтому при снижении температуры уплотнения следует увеличивать концентрацию вводной добавки.

Заключение

Введение в асфальтобетонную смесь добавки ДАД ТА-1 позволяет значительно снизить температуру уплотнения смеси. При повышении концентрации добавки улучшаются все характеристики асфальтобетона, особенно водонасыщение и водостойкость. Для снижения температуры уплотнения до 130°C достаточно 0,6% добавки. Использование ДАД ТА-1 при концентрации выше 0,8% по отношению к массе битума дает возможность снизить температуру уплотнения смеси до 100°C. Это позволит значительно продлить строительный сезон, увеличить радиус транспортирования асфальтобетонной смеси при сохранении ее уплотняемости и качества асфальтобетона.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Белгородской области в рамках научного проекта № НК 14-41-08027/14 (р_офи_м).

Список литературы

1. Радков Н.В., Жукович М.Г., Сушкевич У.Г. Горячие асфальтобетонные смеси с пониженной температурой приготовления и укладки // Мир дорог. – 2010. – № 51. – С. 61–62.
2. Радковский Б.С. Технология нового теплого асфальтобетона в США // Дорожная техника. – 2008. – № 8. – С. 24–28.
3. Колесник Д. А. Выбор модификатора асфальтобетона для расширения строительного сезона // Мир дорог. – 2013. – № 71. – С. 45–47.
4. Ядыкина В.В., Холопов В.С., Козина К.В. Эффективность влияния добавок на физико-механические характеристики теплого асфальтобетона // Ассоциация исследователей асфальтобетона: сб. статей ежегодной научной сессии (Москва, 1–2 фев. 2014 г.). – М.: Изд-во МАДИ, 2014. – С. 84–87.
5. Ядыкина В.В., Гридчин А.М., Холопов В.С., Траутвайн А.И. Изменение свойств битума и асфальтобетона под влиянием добавок для теплого асфальтобетона // Научно-

емкие технологии и инновации: сб. докладов Юбилейной Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 60-летию БГТУ им. В.Г. Шухова (Белгород, 9–10 окт., 2014 г.). – Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. – Ч. 5. – С. 125–129.

References

1. Radkov N.V., Zhukovich M.G., Sushkevich U.G. *Goryachiye asfaltobetonnnye smesi s ponizhennoy temperaturoy prigotovleniya i ukladki*. Mir dorog (World road). 2010. no. 51. pp. 61–62.
2. Radovskiy B. S. *Tekhnologiya novogo teplogo asfal'tobetona v SSHA. Dorozhnaya tekhnika* (Road engineering). 2008. no. 8. pp. 24–28.
3. Kolesnik D. A. *Vybor modifikatora asfaltobetona dlya rasshireniya stroitel'nogo sezona*. Mir dorog (World road). 2013. no. 71. pp. 45–47.
4. Yadykina V.V., Kholopov V.S., Kozina K.V. *Effektivnost vliyaniya dobavok na fiziko-mekhanicheskiye kharakteristiki teplogo asfaltobetona. Assotsiatsiya issledovateley asfal'tobetona: sbornik statey yezhegodnoy nauchnoy sessii* (Association researchers asphalt concrete: a collection of articles of the annual scientific session (Moscow, 1–2 February. 2014). M.: Publishing House of the Moscow Automobile and Road Institute, 2014. pp. 84–87.
5. Yadykina V.V., Gridchin A.M., Kholopov V.S., Trautvain A.I. *Izmeneniye svoystv bituma i asfal'tobetona pod vliyaniyem dobavok dlya teplogo asfal'tobetona. Naukoyemkiye tekhnologii i innovatsii: sb. dokladov Yubileynoy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashchennoy 60-letiyu BGTU im. V.G. Shukhova* (High technology and innovation: a collection of articles of the Jubilee Intern. scientific and practical. Conf. on the 60th anniversary of the Belgorod State Technological University. V.G. Shukhov (Belgorod, 9–10 oct., 2014). Belgorod: Publishing House of the BSTU after V.G. Shukhov, 2014. vol. 5. pp. 125–129.

Рецензенты:

Строкова В.В., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Материаловедение и технология материалов», директор Инновационного научно-образовательного и опытно-промышленного центра наноструктурированных композиционных материалов, ФГБОУ ВПО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова», г. Белгород;

Котлярский Э.В., д.т.н., профессор, зам. зав. кафедрой «Дорожно-строительные материалы», ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет», г. Москва.

Работа поступила в редакцию 28.11.2014.

УДК 621.3.015.333, 621.384.6

ВЛИЯНИЕ ЗАПАЗДЫВАНИЯ ТОКА В ВАКУУМНОМ ДИОДЕ ЭЛЕКТРОННОГО УСКОРИТЕЛЯ НА ПАРАМЕТРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИМПУЛЬСОВ УСКОРЯЮЩЕГО НАПРЯЖЕНИЯ

Егоров И.С., Ежов В.В., Полосков А.В.

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

В работе приведены результаты анализа зависимости амплитуды импульсов ускоряющего напряжения от времени запаздывания тока в диоде электронного ускорителя АСТРА-М. Для построения зависимостей применялась вычислительная модель ускорителя, полученные результаты подтверждены экспериментальными данными. Определён диапазон значений импеданса диода и времени запаздывания тока в диоде, при которых изменение амплитуды генерируемых импульсов ускоряющего напряжения не превышает 5%. Установлено, что при одинаковом времени запаздывания тока в диоде амплитуда импульса мощности уменьшается с ростом импеданса диода. Для разных значений импеданса диода амплитуда импульсов мощности, развиваемой в диоде ускорителя, имеет максимум при величине запаздывания тока в диоде 125 нс. По результатам полученных закономерностей определены параметры диода ускорителя для генерации импульсного электронного пучка и инжекции его в газовую среду.

Ключевые слова: частотный ускоритель электронов, электронный диод, генератор высоковольтных импульсов

INFLUENCE OF THE CURRENT DELAY TIME IN A VACUUM DIODE OF AN ELECTRON ACCELERATOR ON THE FORMATION OF THE ACCELERATING VOLTAGE PULSES

Egorov I.S., Ezhov V.V., Poloskov A.V.

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

The paper analyzes the relationship between the amplitude of accelerating voltage pulse and the delay time of total diode current for the ASTRA-M pulsed electron accelerator. The regularities have been constructed with the use of a computational model of the accelerator, and then validated by experimental data. We have found the optimal values of diode impedance and current delay time that provides accelerating voltage changes less than 5%. It was shown that with the same delay times in diode current the diode power decreases with the increase in diode impedance. Maximum value of the diode power pulse has been found at 125 ns current delay time for different values of diode impedance. Obtained relationships disclose optimal parameters of the vacuum diode of the accelerator for electron beam generation and injection to a gas environment.

Keywords: high repetition rate pulsed electron accelerator, vacuum electron diode, high voltage pulse generator

Построение моделей принципиальных схем оборудования позволяет подчас выявить их ранее не установленные свойства и характеристики, которые позже могут найти подтверждение в натурных экспериментах. Так, при экспериментальных исследованиях свойств катодов из композиционных материалов для вакуумного диода импульсного электронного ускорителя АСТРА [4] (ускоряющее напряжение до 370 кВ, длительность тока выведенного пучка 60 нс на полувысоте, энергия 4,5 Дж/имп.) было обнаружено запаздывание протекания эмиссионного тока вследствие увеличения времени формирования плазменной эмитирующей поверхности [1]. Подобное явление было также описано в [6], где увеличение времени запаздывания протекания тока сопровождалось увеличением амплитуды импульса мощности электронного пучка и увеличением КПД передачи энергии в пучок. Полученные в [1] свойства катодов использовались при построении

ускорителя АСТРА-М [9] (ускоряющее напряжение до 470 кВ, длительность тока выведенного пучка 75 нс на полувысоте, энергия 6-10 Дж/имп.), схема которого учитывает запаздывание протекания тока через вакуумный электронный диод. Возможность ускорителя генерировать и выводить в атмосферу электронный пучок с частотой следования 40 с^{-1} в долговременном режиме обеспечила успешное применение ускорителя для построения радиационных технологий [5, 7, 10].

Изучение работы принципиальной схемы генератора высоковольтных импульсов с учётом его конструктивного исполнения позволило построить вычислительную модель генератора, объективно воспроизводящую его выходные параметры для всего диапазона используемых нагрузок [8]. Анализ работы вычислительной модели генератора на резко нелинейный импеданс вакуумного электронного диода [3] позволил вычислить диапазон параметров диода

да, при которых происходит эффективная передача накопленной генератором энергии в диод [2]. Однако при оценке эффективности генерации и выпуска пучка ускоренных электронов в область применения (часто при атмосферном или повышенном давлении газовой среды) следует учитывать потери в выпускном окне ускорителя. В общем случае величина потерь в выпускном окне будет иметь обратную зависимость от кинетической энергии электронов и, соответственно, от амплитуды импульса ускоряющего напряжения. Также в ряде случаев для практического применения электронных пучков большое значение имеет скорость, с которой накопленная энергия выделяется, то есть развиваемая в диоде мощность. Полученные зависимости амплитуд мощности и ускоряющего напряжения от времени запаздывания тока в вакуумном электронном диоде анализируются в данной работе.

Определение диапазона параметров моделирования генератора импульсов ускоряющего напряжения, нагруженного на вакуумный электронный диод с нелинейным импедансом

Для проведения моделирования и последующего анализа результатов выбирался

диапазон параметров генератора импульсов ускоряющего напряжения и вакуумного электронного диода ускорителя, который может быть воспроизведён при практической проверке полученных результатов. При этом принимались во внимание следующие ограничения, описанные в [2]: максимальное значение импеданса диода $Z_{xx} = 2200 \text{ Ом}$ до момента нарастания тока через диод получено по результатам экспериментальных исследований свойств различных катодов для рассматриваемого диода; для обеспечения аperiodического режима формирования импульса ускоряющего напряжения минимальное значение импеданса диода в момент формирования сплошной плазменной эмиссионной поверхности не должно быть менее 200 Ом ; максимальное время запаздывания протекания тока 205 нс ограничивалось длительностью полупериода свободных колебаний разрядного контура генератора.

Для указанного диапазона параметров были получены формы кривых импульса напряжения и мощности (рис. 1, а), формируемых моделью генератора при работе на нагрузку, характер изменения импеданса которой имеет вид, представленный на рис. 1, б.

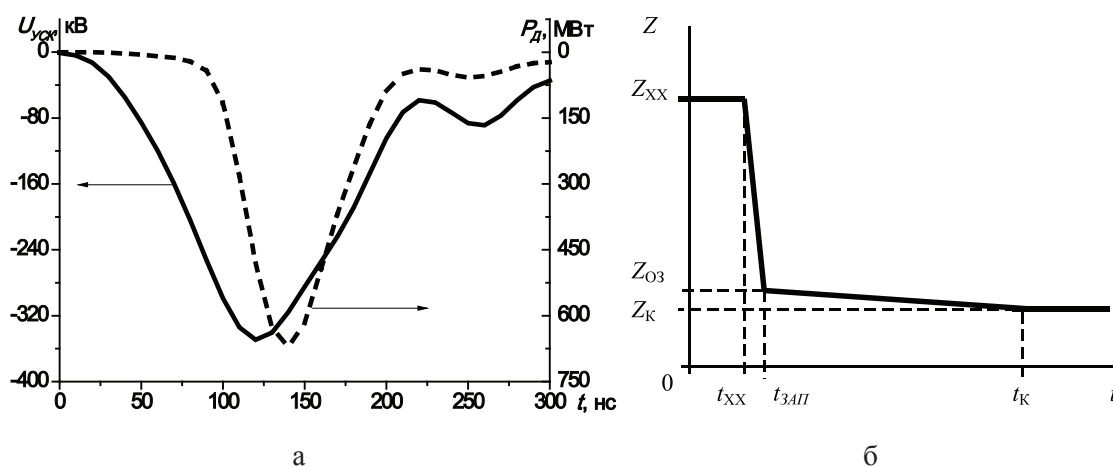


Рис. 1. Характерные моделируемые кривые импульсов ускоряющего напряжения и мощности, развиваемой в диоде (а). Характерная моделируемая кривая изменения импеданса диода и опорных моделируемых величин (б):

Z_{xx} – максимальный импеданс диода; $Z_{оз}$ – импеданс диода при ограничении тока объёмным зарядом; $Z_{к}$ – импеданс диода при окончании импульса ускоряющего напряжения;
 t_{xx} – длительность сохранения диодом максимального импеданса;
 $t_{зап}$ – время формирования сплошной плазменной эмиссионной поверхности катода;
 $t_{к}$ – длительность импульса ускоряющего напряжения

Для последующего анализа использовалась выборка из 500 смоделированных кривых импульсов ускоряющего напряжения и мощности, выбранные опорные точки которых были подтверждены эксперимен-

тальными результатами. Для представления результатов моделирования в графическом виде выделялись семейства кривых, объединённых по одному параметру. Для упрощения представления информации

всё семейство кривых представлялось несколькими характерными кривыми, две из которых соответствуют границам анализируемого диапазона параметра группировки.

Зависимость амплитуды генерируемого импульса напряжения от времени запаздывания тока в нагрузке

Построение кривых зависимости амплитуды импульса напряжения от времени за-

паздывания протекания тока в диоде (рис. 2, а) выявило характерное уменьшение зависимости амплитуды импульсов напряжения от импеданса нагрузки. Более подробный анализ кривых зависимостей (рис. 2, б) показал, что для величин запаздывания $t_{\text{зап}} > 125$ нс, изменение амплитуды импульса напряжения составляет менее 5%, а при $t_{\text{зап}} > 150$ нс сохраняется максимальным во всём диапазоне моделируемых параметров.

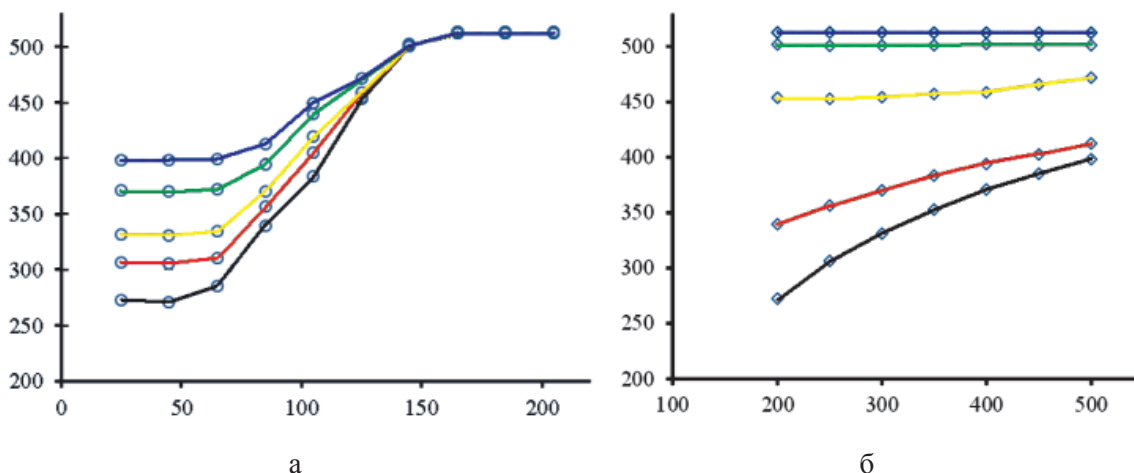


Рис. 2. Кривые зависимостей амплитуды импульса напряжения от времени запаздывания тока в диоде (а) и импеданса диода при ограничении тока объёмным зарядом (б). Символом «*» обозначены опорные точки, подтверждённые экспериментально. Слева от кривых цифрами указано значение Z_{O3} [Ом] для (а) и $t_{\text{зап}}$ [нс] для (б)

Анализ характера кривых, представленных на рис. 2, позволяет также заключить, что в диапазоне моделируемых параметров, максимальные значения амплитуды импульсов напряжения превышают значения, достижимые только увеличением импеданса диода, и могут быть достигнуты только при увеличении значения запаздывания тока в диоде.

Зависимость амплитуды мощности, развиваемой в диоде, от времени запаздывания тока в нагрузке

Работа модели генератора без запаздывания тока в нагрузке подробно рассмотрена в [8]. Длительность импульса мощности при этом совпадает по длительности с импульсом напряжения, генерируемого на нагрузке. При возникновении запаздывания тока в нагрузке генератора длительность импульса мощности становится меньше длительности импульса ускоряющего напряжения (рис. 1). Максимальное значение амплитуды импульса мощности в данном исследовании соответствует времени запаздывания тока в диоде $t_{\text{зап}} = 125$ нс (рис. 3). Смещение от $t_{\text{зап}} = 125$ нс в сторону уменьшения или уве-

личения времени приводит к несимметричному уменьшению амплитуды развиваемой мощности. Данное явление может быть объяснено увеличением потерь энергии в активных элементах электрической схемы генератора при увеличении времени запаздывания протекания тока в диоде [8]. В то же время амплитуда импульса мощности имеет обратно пропорциональную зависимость от импеданса диода при ограничении тока объёмным зарядом (рис. 3, б), что объясняется увеличением постоянной времени разряда выходной цепи генератора.

Обсуждение результатов

Анализ кривых, приведённых на рис. 2 и 3, показал, что изменением времени запаздывания тока в диоде $t_{\text{зап}}$ и импеданса диода при ограничении тока объёмным зарядом Z_{O3} можно в широких пределах регулировать значение амплитуды импульса ускоряющего напряжения и развиваемой в диоде мощности. Следует отметить, что максимальная кратность регулирования (по напряжению 1,9; по мощности 2,9) достигается изменением только $t_{\text{зап}}$ при $Z_{O3} = 200$ Ом.

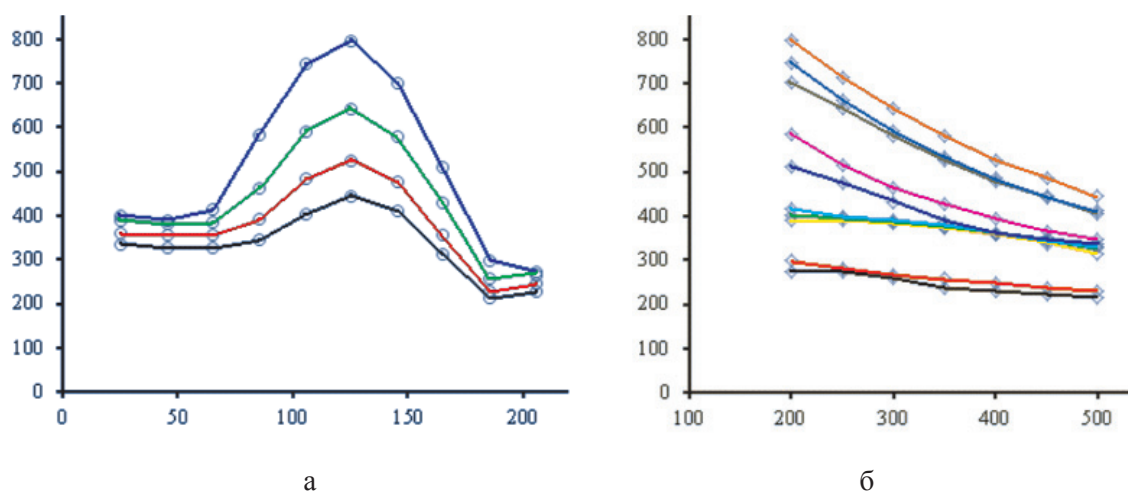


Рис. 3. Кривые зависимостей амплитуды импульса мощности, развиваемой в диоде, от времени запаздывания тока в диоде (а) и импеданса диода при ограничении тока объёмным зарядом (б). Символом «*» обозначены опорные точки, подтверждённые экспериментально. Слева от кривых цифрами указано значение Z_{03} [Ом] для (а) и $t_{зап}$ [нс] для (б)

Из полученных зависимостей также следует, что при настройке вакуумного электронного диода ускорителя для выпуска импульсного электронного пучка в атмосферу требуется обеспечить запаздывание тока в диоде в пределах 125–150 нс. При этом достигаются амплитудные значения ускоряющего напряжения и мощности, близкие к максимальным. Немаловажно, что в указанном диапазоне $t_{зап}$ разброс значений U не превышает 5% для всего диапазона исследуемых значений Z_{03} . Следует отметить, что выбранный диапазон Z_{03} соответствует аperiodическому режиму разряда генератора высоковольтных импульсов ускорителя, что обеспечивает высокую эффективность передачи накопленной энергии в диод.

Для используемого ускорителя электронов АСТРА-М регулировка параметров вакуумного диода (Z_{03} и $t_{зап}$) осуществлялась путём изменения величины катод-анодного зазора, введением дополнительного экранирующего электрода в прикатодную область и применением катодов с разными характеристиками плазмообразования.

Заключение

Для импульсного ускорителя электронов АСТРА-М получены и проанализированы зависимости амплитуд импульсов ускоряющего напряжения и развиваемой в диоде мощности от времени запаздывания тока в диоде и величины его импеданса. В результате анализа было установлено, что при обеспечении времени

запаздывания тока в диоде > 125 нс амплитуда импульсов ускоряющего напряжения практически не зависит (изменяется в пределах 5%) от импеданса диода в диапазоне 200–500 Ом. Максимальное значение развиваемой в диоде мощности при этом соответствует минимальному значению исследуемого импеданса вакуумного электронного диода 200 Ом. Полученные результаты используются при настройке диода импульсного ускорителя АСТРА-М для обеспечения оптимальных параметров генерации импульсного электронного пучка в вакууме и инжекции его в газовую среду.

Список литературы

1. Вагнер М.И., Егоров И.С., Кайканов М.И., Прибытков Г.А., Ремнев Г.Е., Савицкий А.П., Степанов А.В. Исследование характеристик планарного диода с композиционным катодом // Известия вузов. Физика. – 2011. – Т. 54. – № 11–3. – С. 80–85.
2. Егоров И.С. Оптимизация параметров электронного диода частотного сильноточного ускорителя // Современные проблемы науки и образования. – 2013 – № 6. – С. 870.
3. Егоров И.С., Ежов В.В., Полосков А.В. Исследование закономерностей изменения импеданса электронного диода с плоскими катодами // Фундаментальные исследования. – 2014 – № 9-9. – С. 1964–1968.
4. Егоров И.С., Кайканов М.И., Луконин Е.И., Ремнев Г.Е., Степанов А.В. Частотно-импульсный электронный ускоритель «Астра» // Приборы и техника эксперимента. – 2013. – № 5. – С. 81–84.
5. Кайканов М.И., Ремнев Г.Е., Юдина Н.В., Егоров И.С., Лоскутова Ю.В. Исследование реологических свойств нефти при облучении импульсным сильноточным электронным пучком // Известия вузов. Физика. – 2012. – Т. 55. – № 6–2. – С. 37–41.
6. Котов Ю.А., Соковнин С.Ю., Базезин М.Е. Исследование характеристик металлокерамического катода // Журнал технической физики. – 2003. – Т. 73. – Вып. 4. – С. 124–128.

7. Ремнев Г.Е., Степанов А.В., Войно Д.А., Егоров И.С., Кайканов М.И., Маслов А.С., Меринова Л.Р., Попов А.В., Сярг Б.А., Шиян Л.Н. Очистка и стерилизация промышленно-бытовых сточных вод импульсным электронным пучком наносекундной длительности // Ядерная и радиационная физика 8-я Международная конференция: доклады. – Институт ядерной физики национального ядерного центра Республики Казахстан, 2011. – С. 506–509.

8. Egorov I. Note: Numerical simulation and experimental validation of accelerating voltage formation for a pulsed electron accelerator // Review of Scientific Instruments. – 2014. – Т. 85. – С. 066112.

9. Egorov I., Esipov V., Remnev G., Kaikanov M., Lukonin E., and Poloskov A. A high-repetition rate pulsed electron accelerator // IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation. – 2013. – Vol. 20. – № 4. – P. 1334–1339.

10. Egorov I.S., Kaikanov M.I., Kolokolov D.Yu. et al., Treatment of Industrial and Household Waste Water with the Pulse Electron Accelerator-Based Setup // Известия вузов. Физика. – 2012. – Т. 55. – № 10–3. – С. 61–64.

References

1. Vagner M.I., Egorov I.S., Kajkanov M.I., Pribytkov G.A., Remnev G.E., Savickij A.P., Stepanov A.V. *Izvestija vuzov. Fizika*, 2011, no. 54(11–3), pp. 80–85.

2. Egorov I.S. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2013, no. 6, pp. 870.

3. Egorov I.S., Ezhov V.V., Poloskov A.V. *Fundamental research*, 2014, no. 9–9, pp. 1964–1968.

4. Egorov I.S., Kajkanov M.I., Lukonin E.I., Remnjov G.E., Stepanov A.V. *Instruments and experimental techniques*, 2013, Vol. 56, no. 5, pp. 568–570.

5. Kajkanov M.I., Remnev G.E., Judina N.V., Egorov I.S., Loskutova Ju.V. *Izvestija vuzov. Fizika*, 2012, no. 55(6–2), pp. 37–41.

6. Kotov Yu.A., Sokovnin S.Yu., Balezin M.E. *Technical Physics. The Russian Journal of Applied Physics*, 2003, Vol. 48., no. 4, pp. 503–507.

7. Remnev G.E., Stepanov A.V., Vojno D.A., Egorov I.S., Kajkanov M.I., Maslov A.S., Merinova L.R., Popov A.V., Sjarg B.A., Shijan L.N. *Trudy 8 mezhdunar. konf. «Yadernaya i radiatsionnaya fizika»* (Proc. 8th Int. Conf. «Nuclear and Radiation Physics»). Almaty, 2011, pp. 506–509.

8. Egorov I., *Review of Scientific Instruments*, 2014, Vol. 85. pp. 066112.

9. Egorov I., Esipov V., Remnev G., Kaikanov M., Lukonin E., and Poloskov A. A high-repetition rate pulsed electron accelerator, *IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation*, 2013, Vol. 20, no 4, pp. 1334–1339.

10. Egorov I.S., Kaikanov M.I., Kolokolov D.Yu. et al., *Izvestija vuzov. Fizika*, 2012, no. 55(10–3), pp. 61–64.

Рецензенты:

Ремнёв Г.Е., д.т.н., профессор, Институт физики высоких технологий, Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск;

Пушкарёв А.И., д.ф.-м.н., профессор, Институт физики высоких технологий, Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск.

Работа поступила в редакцию 28.11.2014.

УДК 574; 579.84

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЗОЛОТО-МЫШЬЯКОВИСТОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ БАКЫРЧИК ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА

¹Канаева З.К., ²Канаев А.Т., ³Семенченко Г.В.

¹Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева;

²Казахский национальный университет им. аль-Фараби;

³Институт микробиологии и вирусологии Министерства образования и науки Республики Казахстан, Алматы, e-mail: kanaeva@mail.ru

Казахстан является крупнейшей сырьевой базой цветной металлургии, поэтому изучение экологии микроорганизмов, осуществляющих окисление сульфидных минералов в экосистемах, представляется весьма актуальным. Для выбора горизонтов отбора проб для микробиологического обследования были проанализированы данные по распределению руды и золота по горизонтам некоторых характерных рудных тел. Сокращение мировых запасов золотоносных руд и увеличение объемов руд со сложными структурами в отвалах требуют изыскания альтернативных технологических решений по их использованию. Для проведения микробиологического обследования золото-мышьяковистого месторождения Бакырчик с целью выделения аборигенных штаммов микроорганизмов были проведены предварительные обследования месторождения, в частности оценены климатические и гидрогеологические условия местности. Отбор проб для выделения литотрофных бактерий был осуществлен в местах скопления шахтных вод, а также из горизонтов руды, расположенной в непосредственной близости от подземных вод. Выделение микроорганизмов осуществлялось в лабораторных условиях путем наращивания накопительной культуры, а затем рассева на селективных средах. Для анализа отобраны пробы из шахтных вод и рудного тела месторождения.

Ключевые слова: руда, сульфиды, минерал, флотоконцентрат, хемолитотрофные микроорганизмы

GEOLOGICAL STRUCTURE OF GOLD-ARSENICAL BAKYRCHIK DEPOSIT EASTERN KAZAKHSTAN

¹Kanaeva Z.K., ²Kanayev A.T., ³Semenchenko G.V.

¹Kazakh National Technical University after named K. Satpayev;

² Kazakh National University after named al-Farabi;

³Institute of microbiology and virology Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, Almaty, e-mail: kanaeva@mail.ru

Kazakhstan is the largest resource base of non-ferrous metals, so the study of the ecology of microorganisms performing oxidation of sulphide minerals in the ecosystem is very important. To select the horizons of sampling for microbiological examination were analyzed data on the distribution of ore and gold horizons of some characteristic of the ore bodies. Reduction of world reserves gold ore, and increase ore with complex structures in the dumps require investigations alternative technological solutions for their use. For microbiological research of gold-arsenic birthplace Bakyrchik in order to separate aboriginal strains of microorganisms were carried out preliminary surveys the field, in particular, assessed the climatic and hydrogeological conditions of the area. Sampling for the selection of autotrophic bacteria was carried out in places where mine water, as well as from ore horizons, located in close proximity to the groundwater. Isolation of microorganisms was carried out in laboratory conditions by increasing the accumulation of culture, and then dissipate of on the selection medium. For the analysis of samples taken from the mine waters and mine the ore birthplace.

Keywords: ore, sulphides, mineral, flotation concentrate, chemolithotrophic microorganisms

В настоящее время все шире внедряются прогрессивные биотехнологии выщелачивания металлов из забалансовых руд. Таким образом, актуальность исследований определяется необходимостью расширения сырьевой базы и повышения комплексности использования природного сырья.

Материалы и методы исследований

Геохимическая характеристика рудного тела месторождения Бакырчик

В качестве объекта исследования выбрано месторождение Бакырчик, занимающее второе место по величине запасов золота (326 т при среднем содержа-

нии золота 9,4 г/т). Расположено на северо-востоке Казахстана (приблизительно в 100 км от города Семипалатинска). Открыто в 1953 г. геологом Ф.С. Подсеваткиным.

Месторождение находится в Кызыловской зоне сматия широтного простираения, секущей основные структуры Калбинского региона.

Рудные тела представлены системой кулисообразных минерализованных зон значительной мощности (до 20 м) и протяженности (до 500 м), прослеженных на глубину более 1200 м (рис. 1). Руды полосчатого и массивно-вкрапленного сложения. Околорудные изменения – серицитизация, карбонатизация и альбитизация; по зонам нарушения – графитизация.



Рис. 1. Бақырчикское месторождение, участки промежуточный и глубокий лог:
 1 – рыхлые отложения; 2 – кокпектинская свита; 3 – буконьская свита, подсвита песчаников;
 4 – продуктивная пачка; 5 – шаровые песчаники; 6 – аргиллиты; 7 – песчаники;
 8 – переслаивание песчаников и углеродосодержащих сланцев; 9 – зайки диоритовых порфиров;
 10 – трахиандезитовые порфиры; 11 – шов Кшыловского разлома;
 12 – второстепенные нарушения

Текстуры руд – вкрапленная, пятнистая, полосчатая, реже брекчиевая и прожилковая. Стадийность рудообразования: ранняя стадия колчеданная (пирит-арсенопиритовая); средняя – полиметаллическая; поздняя – кварц-карбонат-антимонитовая. Главная золотоносность связана с ранней стадией. Кварц в зонах дробления и окваривания незолотоносен. Высока положительная корреляция золота с мышьяком и общей сульфидной серой. Прямая связь с углеродом установлена только в интервале содержаний 0,2–1,5%. Оруденение сложной полигенной природы с многократным преобразованием сингенетического седиментогенного золотоносного материала в приразломной зоне дислокационно-термального метаморфизма.

Зона окисления полностью отработана. Отработка первичных руд в стадии освоения. Разработка месторождения затруднена из-за высокого содержания в руде углерода, а также токсичного мышьяка, что создает угрозу загрязнения окружающей среды. Эта проблема может быть решена путем увеличения капитальных расходов, которые, впрочем, будут оправданы, учитывая высокие цены на золото. Месторождение интересно для отработки с применением технологии бактериального выщелачивания флотоконцентратов [1].

Распределение золота в рудах неравномерно, коэффициенты вариации по этим рудным телам колеблются от 56,5 до 86%. Большая часть золота (95–97%) связана с сульфидами – пиритом и арсенопиритом, количество которых колеблется от 1 до 8%, т.е. по составу руды малосульфидным. Месторождение Бақырчик по степени сложности геологического строения основ-

ных рудных тел следует отнести ко II группе, поскольку рудные тела, заключающие в себе около 80% общих запасов месторождения, по классификации относятся ко II группе сложности – «крупные минерализованные и жильные зоны с неравномерным распределением рудной минерализации» [1]. Для выбора горизонтов отбора проб для микробиологического обследования были проанализированы данные по распределению руды и золота по горизонтам некоторых характерных рудных тел (рис. 2–4).

Наибольшее количество запасов руды наблюдается по рудному телу 1 – от горизонта 290 до 130 м, по рудному телу 9 – от 290 до 170 м, по 12 рудному телу – от горизонта – от 230 до 350 м. На основании этих данных были выбраны горизонты как с максимальным, так и со средним запасом руд (330, 290, 250, 210, 170, 130, 90, 50, 10). Содержание золота по этим горизонтам варьировало в пределах 3,6–11,4 г/т. Поскольку основными золотовмещающими минералами на месторождении считаются пирит и арсенопирит, то и хемолитотрофные микроорганизмы, участвующие в превращениях серы, должны быть сосредоточены именно в этих зонах [2].

Разведанное месторождение в ближайшие годы может служить реальной сырьевой базой добычи руды для горно-металлургического предприятия с годовой производительностью 1 млн т руды, поскольку перспективы в отношении получения дополнительного прироста запасов золота не исчерпаны. В радиусе 10–20 км от месторождения в пределах лицензионной территории известны отработанные кварцево-жильные месторождения Алайгыр и Казанчункур, а также

серия малоизученных зон минерализации, в пределах которых по данным штучного опробования и единичных выработок отмечаются промышленные со-

держания золота с параметрами, соизмеримыми с параметрами Кызыловской зоны (длина около 10 км, мощность – 0,2 км).

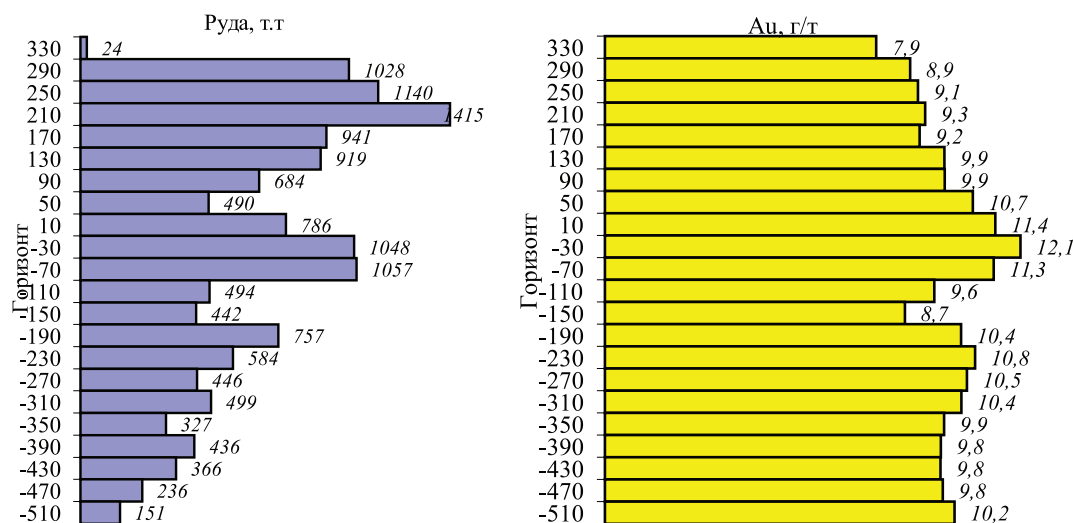


Рис. 2. Распределение запасов руды и средних содержаний золота по горизонтам и рудным телам (рудное тело 1)

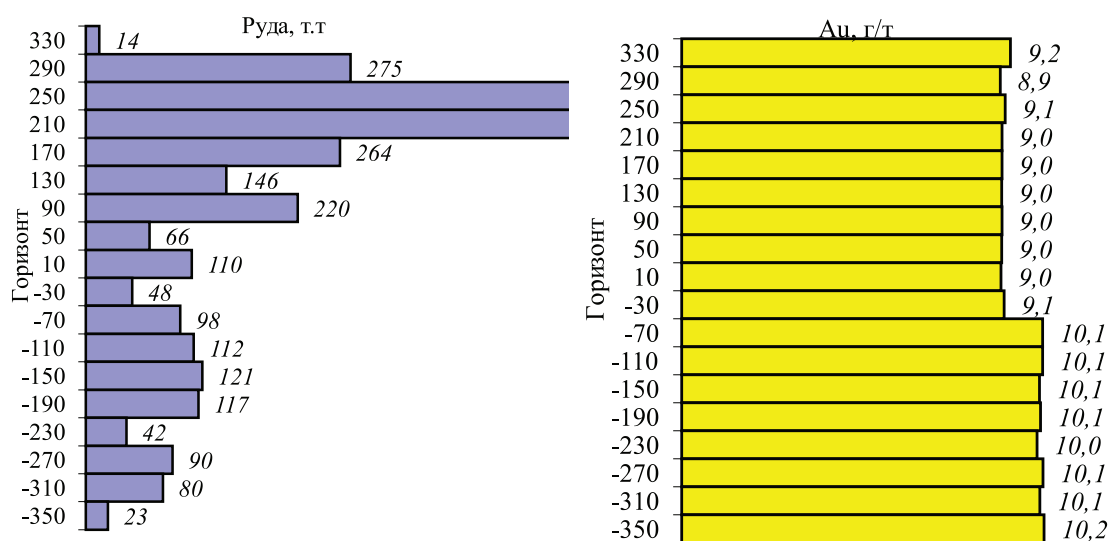


Рис. 3. Распределение запасов руды и средних содержаний золота по горизонтам и рудным телам (рудное тело 9)

Кроме того, в районе отмечается несколько иной тип золотого оруденения, перспективы которого до настоящего времени не оценены – минерализованные золоторудные зоны в штокообразных гранитоидных телах кункшского комплекса (месторождения Лесть, участок Бижан). Оценка как флангов и глубоких горизонтов месторождения Бакырчик Кызыловской зоны смятия, так и других аналогичных зон золотого оруденения, связанного со штоками гранитоидов, позволит значительно расширить перспективы района [2].

Руды месторождения Бакырчик характеризуются широким набором элементов: золото, серебро, свинец, цинк, медь, кобальт, никель, молибден, мышьяк, фосфор, бор, стронций. Отмечается положительная связь золота с бором, стронцием и фос-

фором. Пирит и арсенопирит представлены тремя разновидностями. Золотоносными являются пирит 11 пентагондодекаэдрического габитуса и игольчатый арсенопирит.

В обоих сульфиде золото присутствует в микроскопической и субмикроскопической формах. Содержание золота в пирите достигает 60 г/т, в арсенопирите – 100–150 г/т и более. Золото трех разновидностей: тонкодисперсное в ранних сульфиде – пирите и арсенопирите (основная масса); более крупное (десятые доли миллиметра) – по микротрещинкам в пирите и арсенопирите в ассоциации с галенитом, сфалеритом, халькопиритом, кварцем и карбонатами; в виде включений – в кварц-серицит-карбонатных оторочках вокруг сульфидов, в ассоциации с антимонитом.

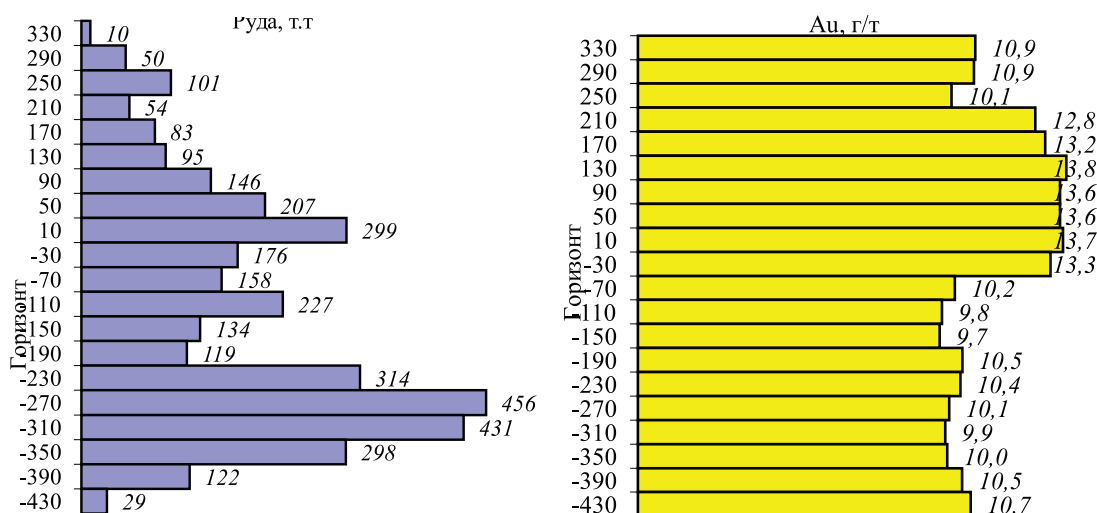


Рис. 4. Распределение запасов руды и средних содержаний золота по горизонтам и рудным телам (рудное тело 12)

Рудовмещающие углеродсодержащие сланцы, аргиллиты, алевролиты и песчаники в тонкоритмичном переслаивании буконьской свиты среднекаменноугольного возраста. Породы интенсивно рассланцованы, содержат углеродистое вещество и сульфиды (до 5–10%). Наиболее насыщены золотоносными сульфидами (пиритом и арсенопиритом) алевролиты с содержанием углеродистого вещества (0,2–0,4% при наличии карбонатного материала) [2]. Бакырчикская руда характеризуется весьма высокой упорностью из-за наличия углерода в составе сланцев.

Ранее были попытки перерабатывать флотоконцентрат этого месторождения с предварительной вакуумтермической обработкой для удаления мышьяка и с последующим биоокислением [4, 5]. Однако неполное удаление этого токсичного вещества препятствует внедрению биоокисления, так как всегда связано с потерей культуры в производственном цикле [3]. В этой связи для успешного применения хемолитотрофных бактерий необходимы поиски адаптировавшихся в естественных условиях штаммов.

Таким образом, по разведанным запасам и перспективам на дальнейшие разработки месторождение Бакырчик является актуальным с микробиологической точки зрения в плане внедрения биовыщелачивания.

Результаты исследований и их обсуждение

Было отмечено, что климат района резко континентальный, засушливый. Типичными его чертами является сухое, жаркое лето и холодная продолжительная зима. В среднем малая мощность снежного покрова около 27 см при обычно суровых зимах обуславливает промерзание приповерхностных грунтов до 2 м, запас воды в снеге на начало снеготаяния составляет 60–65 мм.

В гидрогеологическом отношении характерной чертой района является напряженный водный баланс территории, связанный с сухостью климата и отсутствием благоприятных геологических условий для нако-

пления существенных запасов подземных вод. Район на значительной площади сложен водонепроницаемыми глинистыми отложениями, которые выполняют пониженные участки рельефа и исключают возможность аккумуляции в них подземных вод, формирующихся в области мелкосопочника.

Исходя из общих представлений о формировании подземных вод, в районе выделены два типа вод: поровые и трещинные. Поровые воды приурочены к аллювиальным водоносным горизонтам (в современных четвертичных, верхнечетвертичных и среднечетвертичных отложениях) и спорадически распространены в делювиально-пролювиальных верхнечетвертичных – современных отложениях. Аллювиальный водоносный горизонт в современных четвертичных отложениях развит вдоль русла р. Кызылсу полосой до 100–150 м. Водо-вмещающими отложениями являются гравийно-галечники с песчаным и супесчаным заполнителем. Мощность водоносного горизонта составляет от 1,5 до 5,3 м при глубине залегания 1,5–2,5 м. Коэффициенты фильтрации 22,5–35,7 м/сутки. Основное питание водоносного горизонта происходит за счет частичной потери поверхностного стока р. Кызылсу и, в меньшей мере за счет атмосферных осадков.

Подземные воды в трещиноватых породах формируются за счет инфильтрации талых вод в весеннее время и за счет непосредственного попадания атмосферных осадков (дождевых) в зону трещиноватости пород в остальное время. Область питания совпадает с площадью развития обнаженных массивов коренных пород. Движение их происходит по преобладаю-

щему направлению трещиноватости с учетом общего уклона рельефа. Наиболее водообильными являются скважины, пройденные по зонам тектонической трещиноватости. Удельные дебиты таких скважин от 1,1 до 9,7 $\text{дм}^3/\text{с} \cdot 1 \text{ м}$. Воды, как правило, пресные с сухим остатком 0,2–0,7 $\text{г}/\text{дм}^3$. Трещинные воды эксплуатируются для технического (шахтный водоотлив) и хозяйственно-питьевого водоснабжения (водозабор Кызалту) с расходом более 1000 $\text{м}^3/\text{сут}$. Полученные данные физико-химических характеристик указывают на достаточно широкое рудопоявление и зон рассеянной золотосульфидной минерализации районе Бакырчикского месторождения. Трещинные воды за счет растворения окисляющихся сульфидов обогащаются сульфатами, подвижными формами мышьяка, железа, марганца, а также незначительными количествами меди, свинца, цинка, кадмия и других микроэлементов.

Таким образом, проанализировав естественное водоснабжение района, были установлены перспективные участки для выделения аборигенных штаммов литотрофных микроорганизмов. Поскольку для осуществления жизнедеятельности автотрофных микроорганизмов необходимыми условиями является наличие воды, хорошая аэрация и в некоторых случаях солнечный свет, микробиологическое обследование проводилось с учетом данных факторов.

Микробиологическому обследованию подвергались горизонты 330, 290, 250, 210, 170, 130, 90, 50, 10 карьеров № 4 и 6 месторождения (рис. 5). Для микробиологического обследования рудного тела в соответствии с данными по распределению руды и золота были отобраны пробы руды с различных горизонтов с разнообразным геолого-минералогическим составом. Ниже приведены характеристики этих пород по горизонтам 1–9 – точки отбора проб руды.

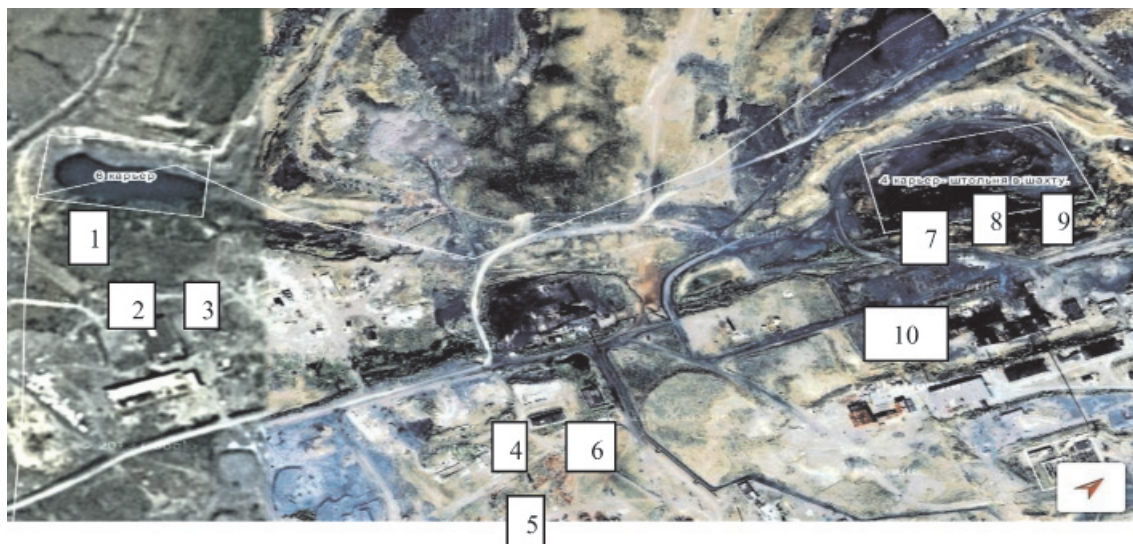


Рис. 5. Расположение карьеров Бакырчикского золото-мышьяковистого месторождения:
1 – терригенно-осадочные породы каменноугольной системы, с корами выветривания и отложениями; 2 – вскрышная глинистая порода верхнего горизонта с песчано-сланцевыми отложениями; 3 – песчаники верхней алевролитно-песчаниковой толщи; 4 – кызыловская зона сматия с песчано-сланцевыми отложениями бакырчикской свиты; 5 – аллохтонно-псаммитовый материал терригенного (серые песчаники) и вулканогенного (пепловые туфы) происхождения; 6 – присадка пепловых частиц, кремнистые образования; 7 – линзовидные малоомощные выходы известняков и андезитовых порфиритов; 8 – прослои пепловых туфов риолит-дацитового состава с витрокластической структурой; 9 – углисто-глинистый аргиллит и алевролит; 10 – точка отбора проб шахтной воды

Выводы

В результате выполненной работы были сделаны следующие выводы:

1. Анализ литературных данных позволил установить, что микробиологические процессы, протекающие как в рудных те-

лах, так и в шахтных водах месторождения Бакырчик, остаются малоизученными. Проведенные ранее микробиологические обследования месторождения носили преимущественно эпизодический характер, без учета динамики развития бактериальных окислительных процессов. Это послужило

основанием для проведения на Бакырчикском месторождении ряда микробиологических обследований, позволивших не только уточнить направление протекающих здесь процессов, но и сравнить изменение состава микрофлоры по мере вскрытия рудного тела горными работами.

2. В целях выяснения роли микроорганизмов в естественных окислительных процессах микробиологическое обследование различных проб вод и руд Бакырчикского месторождения проводили на различных горизонтах вскрытия и в разнообразных типах пород, составляющих рудные тела. Выбор горизонтов и типов пород определялся физико-химическими, климатическими факторами, а также природными ассоциациями минералов, определяющими среду обитания микроорганизмов.

Список литературы

1. Жаутиков Т.М. Закономерности размещения и принципы прогнозирования золотого оруденения Казахстана: автореферат дис. ... д-ра геол.-мин. наук. – Алма-Ата, 1987. – 65 с.
2. Жаутиков Т.М., Николаев Л.Г. Золото Казахстана // Горный журнал. – 1992. – № 8. – С. 16–20.
3. Канаев А.Т. Интенсификация процесса извлечения урана биотехнологическим способом из бедных руд: монография. – Алматы, 2010. – 143 с.
4. Лодейщиков В.В., Панченко А.Ф., Хмельницкая О.Д., Семенова Л.Д. Влияние минерального состава упорных зо-

лото- и серебросодержащих руд на возможности переработки их биогидрометаллургическим способом / Обогащение руд: Сб. науч. тр. – Иркутск, 1994. – Вып. 5. – С. 15–25.

5. Храпунов В.А., Исакова Р.А., Спивак М.М. и др. Диссоциация арсенида железа // Неорганической химии. – 1993. – Т.32. – Вып. 5. – С. 284–285.

References

1. Zhautikov T.M. ZakonomernostirazmeshhenijapriincipyprognozirovanijazolotogoorudenienijaKazahstana // Avtoreferat diss...dokt. geol.-min. nauk. Alma-Ata, 1987, 65 p.
2. Zhautikov T.M., Nikolaev L.G. Zoloto Kazahstana // Gornyj zhurnal. 1992, no. 8, pp. 16–20.
3. Kanayev A.T. Intensification Process of Uranium Extraction from Poor Ores Using Biotechnological Methods. Almaty, 2010, 143 p.
4. Lodejshnikov V.V., Panchenko A.F., Hmel'nickaja O.D., Semenova L.D. Vlijanie mineral'nogo sostava upornyh zoloto- i serebrosoderzhashhih rud na vozmozhnosti pererabotki ih biogidrometallurgicheskim sposobom / Obogashhenie rud: Sb. nauch. tr. Irkutsk. 1994. Vyp. 5, pp. 15–25.
5. Hrapunov V.A., Isakova R.A., Spivak M.M. i dr. Dissociacija arsenida zheleza // Neorganicheskoy himii. 1993. Vol. 32, vyp. 5, pp. 284–285.

Рецензенты:

Мукашева Т.Д., д.б.н., профессор кафедры «Биотехнология», КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы;

Савицкая И.С., д.б.н., профессор кафедры «Биотехнология», КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы.

Работа поступила в редакцию 28.11.2014.

УДК 577.31; 544.038

ОБЪЕМНЫЕ СВОЙСТВА ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ПОЛИЭТИЛЕНГЛИКОЛЕЙ РАЗЛИЧНОЙ МОЛЕКУЛЯРНОЙ МАССЫ

Масимов Э.А., Багиров Т.О., Оджагвердиева С.Я.

Бакинский государственный университет, Баку, e-mail: rsfmo@rambler.ru

Методами рефрактометрии и волюмометрии изучены водные растворы полиэтиленгликолей (ПЭГ) различной молекулярной массы (1500, 3000, 4000, 6000 г/моль) при 293,15 К. Определены молярные объемы этих растворов. Показано, что зависимости молярного объема растворов от концентрации, выраженной в молярных долях, линейны, их наклоны увеличиваются по мере увеличения молекулярной массы полимера. Получены единые соотношения, описывающие зависимости молярного объема, плотности и показатели преломления от концентрации ПЭГ, выраженной в массовых процентах. Вычислены парциальные молярные объемы ПЭГ в этих растворах. Получено обобщенное уравнение зависимости парциальных молярных объемов ПЭГ от концентрации и молекулярной массы. Показано, что парциальный молярный объем мономерного звена ($\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}$) в бесконечно разбавленном растворе не зависит от молекулярной массы ПЭГ. Сделано предположение об образовании сравнительно стабильных пространственных структур в растворах с увеличением концентрации ПЭГ.

Ключевые слова: плотность, показатель преломления, молярный объем, парциальный молярный объем

VOLUMETRIC PROPERTIES OF AQUEOUS SOLUTIONS OF POLYETHYLENEGLYCOLS IN DIFFERENT MOLECULAR WEIGHT

Masimov E.A., Bagirov T.O., Odzhagverdieva S.Y.

Baku State University, Baku, e-mail: rsfmo@rambler.ru

The aqueous solutions of polyethylene glycols (PEG) of different molecular weights (1500, 3000, 4000, 6000) have been studied at 293,15 K by refractometric and volumetric methods. The molar volumes of these solutions have been determined. It has been shown that, the dependence of the molar volume of the solutions on the concentration, expressed in the mole fractions are linear, of which inclinations increase with the increase of the molecular weight of polymer. The united relationships, which describe the dependence of molar volumes, density and refractive indexes of the PEG concentration, expressed in the weight percentages, have been obtained. Partial molar volumes of PEG in these solutions have been calculated. The generalized equation of the dependence of partial molar volumes of PEG concentration and the molecular weight has been obtained. It has been shown that the partial molar volume of monomer unit ($\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}$) in the infinitely dilute solution doesn't depend on molecular weight of PEG. The supposition has been made about the formation of the relatively stable spatial structures in the solutions with the increase of PEG concentration.

Keywords: density, refractive index, molar volume, partial molar volume

В последние десятилетия интенсивно разрабатываются новые методы экстракции в водных двухфазных системах на основе водорастворимых полимеров, в том числе полиэтиленгликолей и водных растворов различных солей неорганической и органической природы, которые успешно используются для разделения и очистки радиоизотопов и актиноидов, но особо широкое применение нашли эти системы в биотехнологии для разделения и очистки биологических объектов, а также в медицине в целях диагностики и выявления различных патологий [1, 4, 7–9]. Применение подобных систем в указанных целях требует предварительного исследования фазовых диаграмм этих водных двухфазных систем, а также водных растворов фазообразующих компонентов различными методами физико-химического анализа. Необходимо также отметить, что объемные свойства водных растворов полиэтиленгликолей изучены сравнительно мало.

Материалы и методы исследования

Методами рефрактометрии, волюмометрии изучены водные растворы полиэтиленгликолей с молекулярными массами 1500, 3000, 4000 и 6000 г/моль. В сравнительно широком интервале концентраций (0–33 массовых %) изучены плотность (ρ^{20}) и показатель преломления (n_D^{20}) водных растворов. В работе были использованы полиэтиленгликоли фирмы Panreac (Испания) и бидистиллированная вода. Плотность определяли в пикнометрах объемом 10–15 мл, объемы которых были определены с точностью до $\pm 0,005$ мл при температуре $20 \pm 0,02^\circ\text{C}$. Показатель преломления измеряли на рефрактометре марки ИРФ-454 Б с точностью $\pm 0,0002$. Взвешивание провели на аналитических весах с точностью $\pm 0,00005$ г. Были вычислены молярные объемы растворов V_M^{20} с помощью соотношения

$$V_M^{20} = \frac{V}{n_1 + n_2}, \quad (1)$$

где V – объем раствора, а n_1 и n_2 – соответственно число молей воды и ПЭГ в растворе; и кажущийся молярный объем ПЭГ (φ_p) с помощью соотношения [6]:

$$\varphi_p = \frac{V - n_1 V_1^0}{n_2}, \quad (2)$$

где V_1^0 – молярный объем чистой воды при 293,15 К.

Результаты исследования и их обсуждение

На рис. 1 представлены зависимости мольных объемов растворов ПЭГ различной молекулярной массы от молярной доли ПЭГ в растворе.

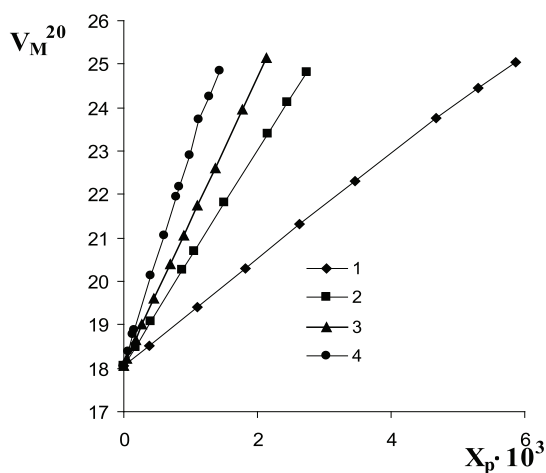


Рис. 1. Зависимость молярного объема водных растворов полиэтиленгликолей различной молекулярной массы ($V_M^{20} \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{моль}$)

от их молярной доли (X_p) в растворе:

1 – ПЭГ-1500; 2 – ПЭГ-3000;
3 – ПЭГ-4000; 4 – ПЭГ-6000

Как видно из рис. 1, во всех случаях зависимости молярного объема растворов ПЭГ от состава, выраженного в молярных долях, являются практически линейными, при этом наклон зависимости $V_M^{20} = f(x)$ увеличивается по мере увеличения молярной массы полиэтиленгликоля и может быть описана следующим соотношением:

$$V_M^{20} = 18,048 + 0,836MX_p, \quad (3)$$

где M – молекулярная масса полиэтиленгликоля; X_p – молярная доля его в водном растворе.

На рис. 2 представлена зависимость молярного объема водных растворов от массовой доли (в %) полиэтиленгликолей различной молекулярной массы. Как видно, зависимость $V_M^{20} = f(W_p)$ для водных растворов полиэтиленгликолей различных молекулярных масс удовлетворительно ложится на одну кривую и может быть описана единым соотношением

$$V_M^{20} = 18,048 + 0,141W_p^{1,108}. \quad (4)$$

Некоторое расхождение данных, наблюдаемое в области больших концентраций полиэтиленгликолей, по всей вероятности связано с трудностями достижения равновесия в таких вязких системах. Из

практического постоянства мольных объемов следует ожидать и равенства значений плотностей водных растворов полиэтиленгликолей различной молекулярной массы при одной и той же массовой доле их в растворе. На самом деле зависимость плотности водных растворов полиэтиленгликолей различной молекулярной массы от массовой доли их в растворе ложится на одну кривую $\rho^{20} = f(W)$, которая удовлетворительно описывается следующим единым уравнением:

$$\rho^{20} = 0,9982 + 1,29 \cdot 10^{-3} W_p^{1,0895}, \quad (5)$$

где W_p – весовой % ПЭГ в растворе.

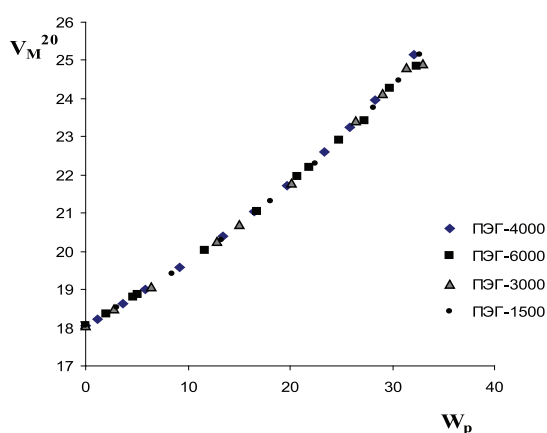


Рис. 2. Зависимость молярного объема (V_M^{20}) водных растворов полиэтиленгликолей различной молекулярной массы от их весовой доли W_p (в %) в растворе

Найденное нами единое уравнение плотности водных растворов полиэтиленгликолей различной молекулярной массы хорошо согласуется с результатами для водных растворов ПЭГ-6000, приведенными, в частности, в работе Альбертсона [1] и Зафарани-Моаттара [10], а также вполне удовлетворительно согласуется с результатами для водных растворов ПЭГ-2000 и ПЭГ-4000, приведенными в работе [12].

Зависимость показателя преломления (n_D^{20}) водных растворов полиэтиленгликоля различной молекулярной массы от концентрации, выраженной в весовых процентах (W_p), также укладывается на одну кривую $n_D^{20} = f(W)$ и может быть описана единым уравнением

$$n_D^{20} = 1,3330 + 1,05 \cdot 10^{-3} \cdot W_p^{1,090}, \quad (6)$$

что также хорошо согласуется с результатами, полученными авторами работы [11].

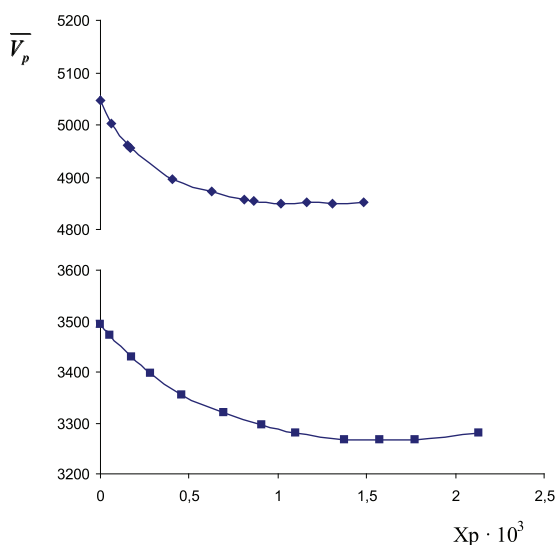


Рис. 3. Зависимость парциального мольного объема полиэтиленгликоля ($\bar{V}_p \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{моль}$) от мольной доли его в растворе при 293,15 К (■ – ПЭГ – 4000, ♦ – ПЭГ – 6000)

Линейная зависимость мольного объема водных растворов полиэтиленгликолей различной молекулярной массы от мольной доли их в растворе (рис. 1) позволяет принять парциальный мольный объем воды в этих растворах ($\bar{V}_1$) равным мольному объему чистой воды (V_1^0) и рассчитать через кажущиеся мольные объемы парциальные мольные объемы полиэтиленгликолей ($\bar{V}_p$) в водном растворе [6]. На рис. 3. представлены кривые зависимости парциального мольного объема ПЭГ-4000 (нижняя кривая) и ПЭГ-6000 (верхняя кривая) от состава раствора. Аналогичные кривые $\bar{V}_p = f(W)$

получены и для водных растворов ПЭГ-1500 и ПЭГ-3000. Кривые зависимости парциальных мольных объемов указанных полиэтиленгликолей от концентрации раствора, выраженного в мольных долях, хорошо описываются соотношением типа:

$$\bar{V}_p = A + Bx + Cx^2, \quad (7)$$

где x – мольная доля ПЭГ в растворе; A , B , и C – константы, найденные на основании экспериментальных данных.

Так, например, зависимость парциального мольного объема ПЭГ-1500 в водных растворах от состава раствора дается следующим соотношением:

$$\bar{V}_p^{20} = 1293 - 46,47 \cdot 10^3 x_p + 8,48 \cdot 10^6 \cdot x_p^2, \quad (8)$$

где x_p – мольная доля ПЭГ в растворе.

Аналогичные соотношения найдены и для растворов полиэтиленгликолей с молекулярными массами 3000, 4000 и 6000.

Константа A в уравнении (7) отвечает значению парциального мольного объема ПЭГ в бесконечно разбавленном растворе ($\bar{V}_p^0$). В частности, для водных

растворов ПЭГ-4000 полученное значение

$$\bar{V}_p^0 = 3493 \frac{\text{мл}}{\text{моль}} \left(3493 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}^3}{\text{моль}} \right) \quad \text{хорошо}$$

согласуется с результатом, полученным авторами работы [11]. Обобщая экспериментальные данные, авторами получено уравнение зависимости парциального мольного объема полиэтиленгликолей различной молекулярной массы (M) от состава (уравнение (7)), где константы A , B , и C являются функциями молекулярной массы ПЭГ.

$$\bar{V}_p^{20} = 0,9989M^{0,9812} - 0,847M^{1,494} \cdot x_p + 0,5701 \cdot M^{2,252} \cdot x_p^2. \quad (9)$$

Как было показано в работе [2], в системе ПЭГ – вода в связанном состоянии находится такое количество воды, при котором с кислородом каждой эфирной группы связывается две молекулы воды, а с гидроксильной – одна молекула, причем количество связанной воды в растворе ПЭГ-600 в 2 раза больше, чем в растворе ПЭГ-300. Следует предположить, что уменьшение и некоторая стабилизация значения парциального мольного объема полиэтиленгликолей с концентрацией с учетом вышеизложенного должно быть связано образованием в растворах относительно стабильной пространственной

структуры, где молекулы ПЭГ соединены между собой связанными молекулами воды за счет водородных связей, что согласуется с результатами работ [3, 5].

Наблюдается также постоянство парциального мольного объема мономерного звена в бесконечно разбавленном растворе ($\bar{v}_m^0$), найденного из значений парциальных мольных объемов ПЭГ в бесконечно разбавленном растворе $\bar{V}_{pi}^0 = A_i$ (за вычетом мольного объема воды) и числа мономерных звеньев n_m в молекуле ПЭГ (таблица).

Парциальный мольный объем полиэтиленгликоля ($\bar{V}_p^0$) и мономерного звена ($\bar{v}_m^0$)

в бесконечно разбавленном водном растворе при 293,15 К

M_p , г/моль	$\bar{V}_p^0 \cdot 10^6 \frac{\text{м}^3}{\text{моль}}$	n_t	$\bar{v}_m^0 \cdot 10^6 \frac{\text{м}^3}{\text{моль}}$
1500	1293	34	37,50
3000	2570	68	37,53
4000	3493	91	38,18
6000	5046	136	36,97

В частности, значение парциально-го мольного объема мономерного звена $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}$ в бесконечно разбавленном растворе, найденное нами для ПЭГ-6000 ($\bar{v}_p^0 = 36,97 \frac{\text{мл}}{\text{моль}}$) при 293,15 К, хорошо согласуется со значением, указанным в работе [10] при 298,15 К – 37,01 мл/моль (с учетом температурного коэффициента $\bar{v}_m^0 = 36,84 \frac{\text{мл}}{\text{моль}}$ при 293,15 К).

Заключение

Практическое равенство мольного объема, плотности, показателя преломления водных растворов с одинаковой массовой долей полиэтиленгликолей, близость характера кривых зависимостей парциального мольного объема полиэтиленгликолей от состава, а также постоянство парциального мольного объема мономерного звена указывает на то, что независимо от их молекулярной массы, молекулы полимера претерпевают в зависимости от концентрации одни и те же изменения в растворе. Результаты, полученные нами, и возможность их обобщения должны быть связаны, с одной стороны, с тем, что при одной и той же массовой доле ПЭГ в растворе число звеньев $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}$ будет одинаково, меняется только число молекул ПЭГ в растворе, а с другой, исключительной гибкостью кислородных связей, соединяющих отдельные звенья, и, как следствие, большой гибкостью макромолекул в целом, независимо от степени полимеризации полимера.

Список литературы

1. Альбертсон П.О. Разделение клеточных частиц и макромолекул. – М.: Мир, 1974. – 384 с.
2. Зинченко В.Д., Манк В.В., Моисеев В.А., Овчаренко Ф.Д. Исследование межмолекулярных взаимодействий в системе вода-полиэтиленгликоль // Коллоидн. журн. – 1976. – № 1. – С. 44–50.

3. Масимов Э.А., Прудько В.В., Багиров Т.О., Багиров А.А. Изучение зависимости структуры водных растворов ПЭГ от молекулярной массы и концентрации // Journal of Qafqaz University. – 2010. – Vol. 1, № 29. – P. 100–105.

4. Молочникова Н.П., Шкинев В.М., Мясоедов Б.Ф. Двухфазные водные системы на основе водорастворимых полимеров для выделения и разделения актиноидов в различных средах // Радиохимия. – 1995. – Т. 37, № 5. – С. 385–397.

5. Оджагвердиева С.Я., Масимов Э.А., Багиров Т.О. физико-химическое исследование водных растворов полиэтиленгликоля и D-(+) виннокислого калия натрия // Вестник Бакинского Университета, серия физико-математических наук. – 2013. – № 1. – С. 134–139.

6. Bares J., Cerny C., Fried V., Pick J. Recueil de problèmes de chimie physique, Gauthier – Villars. Paris. – 1966. – P. 236–238.

7. Hatti-Kaul R. Aqueous Two-Phase Systems: Methods and Protocols: Methods in Biotechnology. – New York, Humana Press. – 2000. – 611 p.

8. Nascimento K.S., Azevedo A.M., Cavada B.S., Aires-Barros M.R. Partitioning of Canavalia brasiliensis Lectin in Polyethylene Glycol – Sodium Citrate Aqueous Two-Phase Systems Sep. Sci. Technol., 45. – 2010. – P. 2180–2186.

9. Tubio G., Picó G.A., Nerli B.B. Extraction of trypsin from bovine pancreas by applying polyethyleneglycol/sodium citrate aqueous two-phase systems // J. Chromatogr B. – 2009. – № 877(3). – P. 115–130.

10. Zafarani-Moattar M.T., Hamzehzadeh Sh. Measurement and Correlation of Densities, Ultrasonic Velocities, and Compressibilities for Binary Aqueous Poly(ethylene glycol), Disodium Succinate, or Sodium Formate and Ternary Aqueous Poly(ethylene glycol) Systems Containing Disodium Succinate or Sodium Formate at T) (298.15, 308.15, and 318.15) K. // J. Chem. Eng. Data. – 2005. – № 50. – P. 603–607.

11. Zafarani-Moattar M.T., Hamzehzadeh Sh., Hosseynzadeh Sh. Phase diagrams for liquid-liquid equilibrium of ternary poly(ethylene glycol) + di sodium tartrate aqueous system and vapor-liquid equilibrium of constituting binary aqueous systems at T = (298,15, 308,15 and 318,15) K // Fluid Phase equilibria. – 2008. – № 268. – P. 142–152.

12. Zafarani-Moattar M.T., Mehrdad A. Measurement and correlation of density for PEG + H₂O + NaHSO₄, NaH₂PO₄, and Na₂HPO₄ at three temperatures // Journal of Chemical and Engineering Data. – 2000. – № 45(2). – P. 386–390.

References

1. Albertson P.O. Razdelenie kletochnykh chastits i makromolekul. M.: Mir, 1974, 384 p.
2. Zinchenko V.D., Mank V.V., Moiseev V.A., Ovcharenko F.D. Issledovanie mezhmolekulyarnykh vzaimodeystviy v

sisteme voda-polietilenglikol // Kolloidn. zhurn. 1976. no. 1. pp. 44–50.

3. Masimov E.A., Prudko V.V., Bagirov T.O., Bagirov A.A. Izucheniye zavisimosti struktury vodnykh rastvorov PEG ot molekulyarnoy massy i kontsentratsii. / Journal of Qafqaz University, 2010, V.1, no. 29, pp. 100–105.

4. Molochnikova N.P., Shkinev V.M., Myasoedov B.F. Dvuhfaznye vodnye sistemy na osnove vodorastvorimykh polimerov dlya vydeleniya i razdeleniya aktinoidov v razlichnykh sredakh. / Radiokhimiya. 1995, T. 37, no. 5, pp. 385–397.

5. Odzhagverdieva S.Ya., Masimov E.A., Bagirov T.O. Fiziko-khimicheskoe issledovanie vodnykh rastvorov polietilenglikolya i D-(+) vinnokisloto kaliya natriya // Vestnik Bakinskogo Universiteta, seriya fiziko-matematicheskikh nauk, no. 1, 2013, pp. 134–139.

6. Bares J., Cerny C., Fried V., Pick J. Recueil de problèmes de chimie physique, Gauthier Villars, Paris, 1966, pp. 236–238.

7. Hatti-Kaul R. Aqueous Two-Phase Systems: Methods and Protocols: Methods in Biotechnology. New York, Humana Press, 2000, 611 p.

8. Nascimento K.S., Azevedo A.M., Cavada B.S., Aires-Barros M.R. Partitioning of *Canavalia brasiliensis* Lectin in Polyethylene Glycol Sodium Citrate Aqueous Two-Phase Systems / Sep. Sci. Technol., 45, 2010, pp. 2180–2186.

9. Tubio G., Picó G.A., Nerli B.B. Extraction of trypsin from bovine pancreas by applying polyethyleneglycol/sodium citrate aqueous two-phase systems // J. Chromatogr. B. 2009; 877(3): pp. 115–130.

10. Zafarani-Moattar M.T., Hamzehzadeh Sh. Measurement and Correlation of Densities, Ultrasonic Velocities, and Compressibilities for Binary Aqueous Poly(ethylene glycol), Disodium Succinate, or Sodium Formate and Ternary Aqueous Poly(ethylene glycol) Systems Containing Disodium Succinate or Sodium Formate at T (298,15; 308,15 and 318,15) K // J. Chem. Eng. Data 2005, 50, 603–607.

11. Zafarani-Moattar M.T., Hamzehzadeh Sh., Hosseynzadeh Sh. Phase diagrams for liquid-liquid equilibrium of ternary poly(ethyleneglycol) + di sodium tartrate aqueous system and vapor-liquid equilibrium of constituting binary aqueous systems at $T =$ (298,15; 308,15 and 318,15) K // Fluid Phase equilibria, 2008, 268, pp. 142–152.

12. Zafarani-Moattar M.T., Mehrdad A.. Measurement and correlation of density for PEG + H_2O + $NaHSO_4$, NaH_2PO_4 , and Na_2HPO_4 at three temperatures // Journal of Chemical and Engineering Data, 45(2), 2000, pp. 386–390.

Рецензенты:

Годжаев Н.М., д.ф.-м.н., профессор кафедры оптики и молекулярной физики, Бакинский государственный университет, г. Баку;

Акперов О.Г., д.х.н., профессор, зав. кафедрой «Химия высокомолекулярных соединений», Бакинский государственный университет, г. Баку.

Работа поступила в редакцию 21.11.2014.

УДК 547.943.7/541.127/128.24/577.161.6

КИНЕТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ АНТИОКСИДАНТНЫХ СВОЙСТВ КАПОТЕНА

Перевозкина М.Г.

*ФГБОУ ВПО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»,
Тюмень, e-mail: mgperevozkina@mail.ru*

Исследована антиоксидантная активность капотена (1-[(2S)-3-меркапто-2-метил-пропионил]-L-пролина) в сравнении со стандартными антиоксидантами дибунолом и а-токоферолом в безводных иницированных и водно-липидных катализируемых субстратах. Выявлена высокая антиоксидантная активность капотена в водно-липидных катализируемых субстратах, превышающая ингибирующие свойства а-токоферола и уступающая активности дибунола. Установлен идентичный характер кинетических кривых окисления липидного субстрата в растворе хлорбензола в присутствии $6 \cdot 10^{-3}$ М инициатора азобисизобутиронитрила и водно-липидной системе в присутствии $2 \cdot 10^{-3}$ М хлорида меди (II), $1 \cdot 10^{-3}$ М цетилтриметиламмоний бромида при равных концентрациях дибунола. Установлено, что капотен в процессе окисления разрушает гидропероксиды молекулярным путем, способность разрушения гидропероксидов капотеном связана с наличием тиольной группы. Установлено, что все исследуемые добавки капотена разрушали гидропероксиды на 50–75 %.

Ключевые слова: антиоксиданты, а-токоферол, дибунол, капотен, пероксидное окисление, антиоксидантная активность

KINETIC METHODS TO TEST THE ANTIOXIDANT PROPERTIES OF CAPOTEN

Perevozkina M.G.

State Agrarian University of Northern Trans-urals, Tyumen, e-mail: mgperevozkina@mail.ru

Investigated the antioxidant activity of capoten (1-[(2S)-3-mercapto-2-methyl-propionyl]-L-proline) compared with standard antioxidants the BHT and a-tocopherol in anhydrous initiated and water-catalyzed lipid substrates. The high antioxidant activity of capoten in the water-catalyzed lipid substrates exceeding the inhibitory properties of a-tocopherol and inferior activity BHT. Installed the identical nature of the kinetic curves of the oxidation of the lipid substrate in a solution of chlorobenzene in the presence of $6 \cdot 10^{-3}$ M of the initiator azobisisobutyronitrile and the water-lipid system in the presence of $2 \cdot 10^{-3}$ M chloride copper (II), $1 \cdot 10^{-3}$ M cetyltrimethylammonium bromide at equal concentrations BHT. It is established that capoten in the oxidation process destroys the hydroperoxides molecular way, the ability of the destruction of hydroperoxides by capoten associated with the presence thiol groups. It was established that all the studied additives capoten destroying hydroperoxides by 50–75 %.

Keywords: antioxidants, α -tocopherol, dibunol, capoten, peroxide oxidation, antioxidant activity

Настоящая работа является продолжением наших исследований, посвященных тестированию ингибиторов окисления различного химического строения кинетическими методами [4, 5]. Для торможения процессов окисления применяют антиоксиданты (АО), которые находят все более широкое применение для предотвращения окислительных превращений липидов *in vitro*, а также *in vivo* в комплексной терапии широкого круга заболеваний [1, 2]. В связи с этим актуальной является проблема предварительного тестирования антиоксидантных свойств лекарственных препаратов, а также расширение ассортимента эффективных синтетических антиоксидантов, достижение высоких эффектов ингибирования при меньших концентрациях антиоксиданта.

Цель исследования — тестирование антиоксидантной активности капотена при различных способах иницирования в безводных и водно-липидных средах в срав-

нении со стандартными антиоксидантами, дибунолом и а-токоферолом.

Материалы и методы исследования

Антиоксидантную активность (АОА) изучали волнометрическим методом поглощения кислорода в модифицированной установке типа Варбурга при окислении метиллинолеата (МЛИ) в присутствии $1 \cdot 10^{-3}$ М цетилтриметиламмоний бромида (ЦТМАБ) в качестве поверхностно-активного вещества (ПАВ), с добавками $2 \cdot 10^{-3}$ М хлорида меди (II) в пробе при $t = (60 \pm 0,2)^\circ\text{C}$, $W_i = 1,9 \cdot 10^{-5}$ М·с⁻¹. Соотношение липидов и воды составляло 1:3, а общий объем пробы 4 мл. Кинетическая модель тестирования антиоксидантов, подбор концентраций катализатора и ПАВ описываются в работе [6]. Кинетику поглощения кислорода изучали в среде инертного растворителя хлорбензола, процесс иницировали за счет термического разложения $6 \cdot 10^{-3}$ М азо-бис-изобутиронитрила (АИБН) в пробе при $t = (60 \pm 0,2)^\circ\text{C}$, $W_i = 4,8 \cdot 10^{-8}$ М·с⁻¹. В качестве критериев оценки антиоксидантных свойств соединений использовали — периоды индукции (t), начальные и максимальные скорости окисления ($W_{\text{нач}}$, W_{max}). Кинетику накопления гидропероксидов изучали при аутоокислении мети-

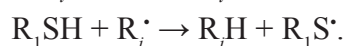
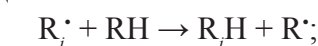
структура капотена позволяет прогнозировать его ингибирующую активность за счет разрушения гидропероксидов тиольной группой. Представляло интерес исследование антиоксидантной активности капотена в процессе окисления метиллинолеата в условиях инициирования в среде хлорбензола и катализа в водно-липидной среде в сравнении с дибунолом и α -токоферолом. Формулы изучаемых соединений представлены в табл. 1.

Капотен является производным пролина с отдаленной боковой тиольной группой. Препарат применяют при лечении легкой и умеренной гипертензии, а также при тяжелых формах сердечно-сосудистых заболеваний [3]. Химическая

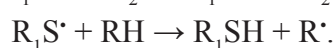
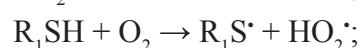
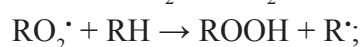
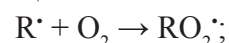
Химические формулы изучаемых антиоксидантов

Название АО	Формула
Капотен 1-[(2S)-3-меркапто-2-метилпропионил]-L-пролин	
Дибунол (2,6-ди-трет-бутил-4-метил-фенол)	
α-токоферол (6-гидрокси-2,5,7,8-тетраметил-2-фитилхроман)	

Характер воздействия капотена на процесс инициированного окисления МЛ может быть объяснен его участием в радикальном процессе. Радикал инициатора АИБН ($R_i^{\cdot}$) конкурентно взаимодействует с метиллинолеатом (RH) или с тиольной группой капотена (R_1SH) по реакциям:



Далее радикалы метиллинолеата ($R^{\cdot}$) и капотена ($R_1S^{\cdot}$) взаимодействуют с кислородом по реакциям:



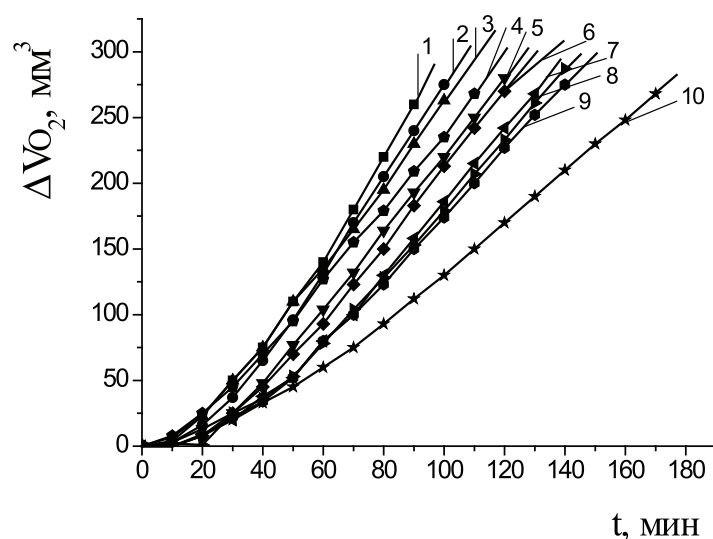


Рис. 1. Кинетика окисления метиллинолеата в безводной среде в присутствии $6 \cdot 10^{-3}$ М АИБН и капотена М:
2 – контроль; 1 – $1 \cdot 10^{-2}$; 3 – $8 \cdot 10^{-3}$; 4 – $1 \cdot 10^{-1}$; 5 – $5 \cdot 10^{-4}$; 6 – $5 \cdot 10^{-6}$,
7 – $1 \cdot 10^{-6}$; 8 – $1 \cdot 10^{-3}$; 9 – $8 \cdot 10^{-4}$; 10 – $5 \cdot 10^{-5}$, $t = 60^\circ\text{C}$

Наблюдаемое увеличение начальной скорости процесса при высоких концентрациях капотена происходит за счет участия капотена в реакциях иницирования, при этом соотношение инициатора и капотена составляет 1:(1,7–17).

Снижение начальной скорости окисления при небольших добавках капотена может быть связано с участием соединения в реакциях обрыва цепей:

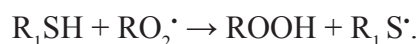


Таблица 2

Кинетические параметры окисления метиллинолеата в растворе хлорбензола в присутствии $6 \cdot 10^{-3}$ М АИБН и в водно-липидной среде в присутствии $2 \cdot 10^{-3}$ М CuCl_2 в зависимости от концентрации капотена, [InH] – ингибитор, $t = 60^\circ\text{C}$

Безводная среда, $6 \cdot 10^{-3}$ М АИБН				
[InH], М	t , мин	$W_{\text{нач}} \cdot 10^{-8}$, М·с $^{-1}$	$W_{\text{max}} \cdot 10^{-7}$, М·с $^{-1}$	$\frac{[\text{АИБН}]}{[\text{InH}]}$
Контроль МЛ	20	6,0	2,2	–
$1 \cdot 10^{-6}$	42	5,0	1,9	6000:1
$5 \cdot 10^{-6}$	36	4,7	1,8	1200:1
$5 \cdot 10^{-5}$	90	4,5	1,7	120:1
$1 \cdot 10^{-4}$	44	4,5	1,7	60:1
$5 \cdot 10^{-4}$	36	4,9	2,0	12:1
$1 \cdot 10^{-3}$	20	6,0	2,2	6:1
$1 \cdot 10^{-2}$	30	7,2	2,4	1:1,7
$1 \cdot 10^{-1}$	22	8,0	2,8	1:17
Водно-липидная среда, $2 \cdot 10^{-3}$ М CuCl_2 , $1 \cdot 10^{-3}$ М ЦТМАБ				
[InH], М	t , мин	$W_{\text{нач}} \cdot 10^{-5}$, М·с $^{-1}$	$W_{\text{max}} \cdot 10^{-4}$, М·с $^{-1}$	$\frac{[\text{CuCl}_2]}{[\text{InH}]}$
Контроль МЛ	5	14,4	2,6	–
$1 \cdot 10^{-6}$	8	7,6	1,6	2000:1
$1 \cdot 10^{-5}$	15	6,9	1,0	200:1
$1 \cdot 10^{-4}$	26	6,2	1,6	20:1
$1 \cdot 10^{-3}$	45	3,6	1,7	2:1
$1 \cdot 10^{-2}$	95	2,1	1,7	1:5
$1 \cdot 10^{-1}$	395	0,6	1,7	1:50

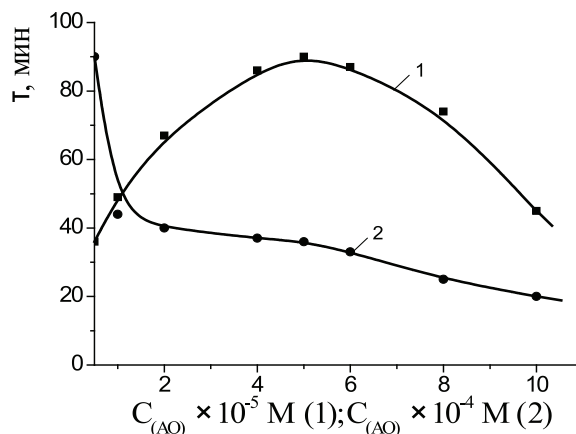


Рис. 2. Зависимости периода индукции от концентрации капотена в безводной среде; $6 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ АИБН, субстрат окисления – метиллинолеат, $t = 60^\circ\text{C}$

На рис. 3 приведены КК каталитического окисления МЛ в водно-липидной среде в присутствии ($1 \cdot 10^{-6}$ – $1 \cdot 10^{-1}$) М капотена. Показано, что все добавки соединения тормозят процесс окисления, степень и характер влияния зависит от концентрации. Низкие концентрации капотена ($1 \cdot 10^{-6}$ – $1 \cdot 10^{-3}$) М пропорционально уменьшают начальную и максимальную скорости процесса. При концентрациях $1 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ и выше происходит торможение начальных стадий процесса, увеличение периода индукции и достижение максимальной скорости процесса после выхода из периода индукции (табл. 2). На рис. 4 показана линейная зависимость

периода индукции от роста концентрации капотена. Характер влияния капотена на кинетику каталитического окисления МЛ может быть объяснен следующим образом. Капотен может участвовать в реакциях обрыва цепей, обеспечивая ингибирование процесса окисления. Снижение скорости окисления под влиянием капотена может быть обусловлено его конкурентным участием с катализатором в молекулярном распаде гидропероксидов:

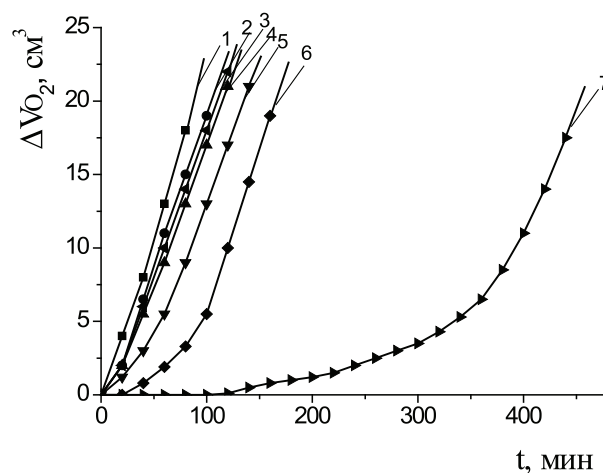
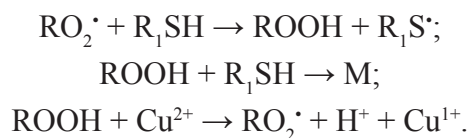
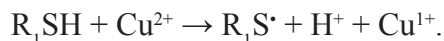


Рис. 3. Кинетика окисления метиллинолеата в водно-липидной среде в присутствии капотена: 1 – контроль; 2 – $1 \cdot 10^{-6} \text{ M}$; 3 – $1 \cdot 10^{-5} \text{ M}$; 4 – $1 \cdot 10^{-4} \text{ M}$; 5 – $1 \cdot 10^{-3} \text{ M}$; 6 – $1 \cdot 10^{-2} \text{ M}$; 7 – $1 \cdot 10^{-1} \text{ M}$; $2 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ CuCl_2 , $1 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ ЦТМАБ, $t = 60^\circ\text{C}$

Значимое торможение с последующим достижением максимальной скорости процесса начинается при соотношениях катализатора и капотена 1:1 и усиливается при

соотношениях 1:5 и 1:50. Очевидно, что в этих условиях происходит нейтрализация катализатора за счет его восстановления в Cu^{1+} . При большом избытке капотена

восстановление Cu^{2+} в Cu^{1+} происходит быстрее, наблюдается эффективное торможение процесса окисления:



Для подтверждения гипотезы о возможном разрушении гидропероксидов под действием капотена был проведен эксперимент по прямому тестированию кинетики

накопления гидропероксидов (ROOH) после введения капотена в частично окисленный субстрат (время эксперимента 8 часов). В течение первого часа (рис. 5) наблюдалось снижение концентрации гидропероксидов, в контрольном опыте ROOH продолжали накапливаться. Установлено, что все исследуемые добавки капотена способствовали разрушению гидропероксидов на 50–75%.

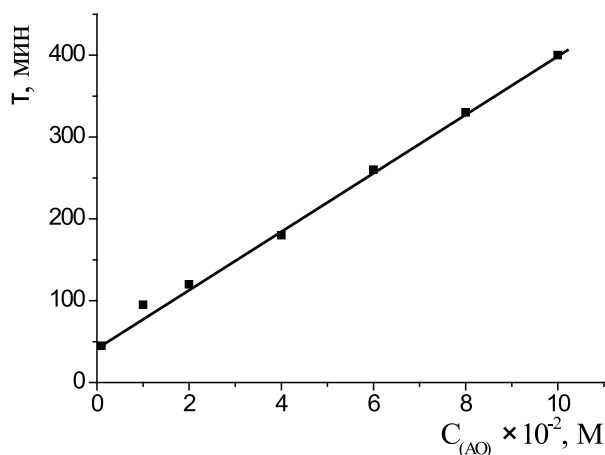


Рис. 4. Зависимость периода индукции от концентрации капотена в водно-липидной среде: $2 \cdot 10^{-3} \text{ M CuCl}_2$, $1 \cdot 10^{-3} \text{ M ЦТМАБ}$, субстрат окисления – метиллинолеат, $t = 60^\circ\text{C}$

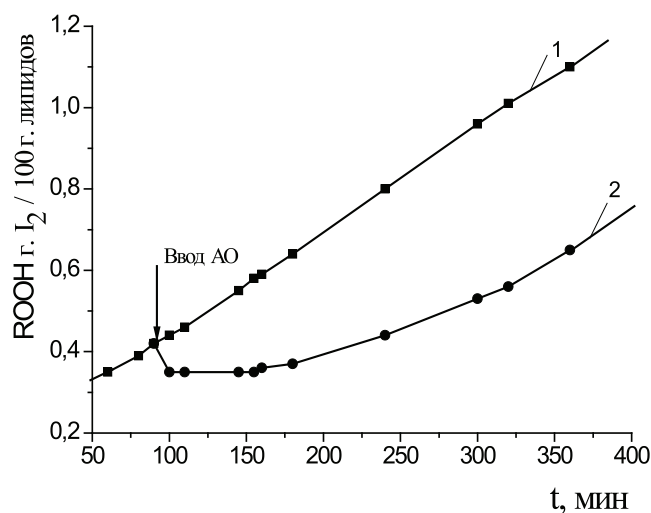


Рис. 5. Кинетика накопления гидропероксидов при аутоокислении МО в присутствии АО: 1 – контроль; 2 – капотен. Стрелкой показан ввод АО. $C_{(AO)} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ M}$, $t = 60^\circ\text{C}$

Проведено исследование закономерностей окисления метиллинолеата в присутствии добавок стационарных ингибиторов окисления дибунола и а-токоферола. Установлен идентичный характер кинетических кривых окисления липидного субстрата в растворе хлорбензола в присутствии $6 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ инициатора и водно-липидной си-

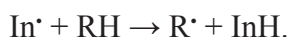
стеме с добавками $2 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ хлорида меди (II) при равных концентрациях дибунола: наблюдался период полного торможения, период аутоускорения и достижение максимальной скорости окисления. Периоды индукции увеличивались пропорционально увеличению концентрации дибунола (табл. 3).

Таблица 3

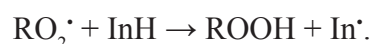
Кинетические параметры окисления метиллинолеата в растворе хлорбензола в присутствии $6 \cdot 10^{-3}$ М АИБН и в водно-липидной среде в присутствии $2 \cdot 10^{-3}$ М CuCl_2 в зависимости от концентрации а-токоферола, дибунола, $[\text{InH}]$ – ингибитор, $t = 60^\circ\text{C}$

Безводная среда, $6 \cdot 10^{-3}$ М АИБН			
$[\text{InH}]$, М	t , мин	$W_{\text{нач}} \cdot 10^{-8}$, М·с $^{-1}$	$W_{\text{max}} \cdot 10^{-7}$, М·с $^{-1}$
Контроль МЛ	15	4,3	2,6
а-токоферол			
$1 \cdot 10^{-8}$	17	4,3	2,3
$1 \cdot 10^{-6}$	35	2,5	1,9
$1 \cdot 10^{-4}$	67	1,1	1,8
$1 \cdot 10^{-3}$	350	0,6	1,7
Дибунол			
$1 \cdot 10^{-6}$	35	4,3	2,5
$1 \cdot 10^{-5}$	45	3,4	2,4
$1 \cdot 10^{-4}$	170	2,1	2,1
$1 \cdot 10^{-3}$	650	1,6	1,8
Водно-липидная среда, $2 \cdot 10^{-3}$ М CuCl_2 , $1 \cdot 10^{-3}$ М ЦТМАБ			
$[\text{InH}]$, М	t , мин	$W_{\text{нач}} \cdot 10^{-5}$, М·с $^{-1}$	$W_{\text{max}} \cdot 10^{-4}$, М·с $^{-1}$
Контроль МЛ	5	14,4	2,6
а-токоферол			
$1 \cdot 10^{-8}$	10	14,0	2,1
$1 \cdot 10^{-6}$	20	9,7	1,9
$1 \cdot 10^{-4}$	35	5,2	1,4
$1 \cdot 10^{-3}$	15	14,6	3,2
Дибунол			
$1 \cdot 10^{-6}$	30	13,8	2,5
$1 \cdot 10^{-5}$	40	12,7	2,3
$1 \cdot 10^{-4}$	160	4,1	1,8
$1 \cdot 10^{-3}$	590	1,9	1,5

КК окисления метиллинолеата в безводной среде с добавками ($1 \cdot 10^{-8}$ – $1 \cdot 10^{-5}$) М а-токоферола имели аутоускоренный характер без периода полного торможения. Период полного торможения появлялся только при концентрациях ($1 \cdot 10^{-4}$ – $5 \cdot 10^{-4}$) М и увеличивался пропорционально концентрации ингибитора, а-токоферол в водно-липидной среде проявлял слабые антиоксидантные свойства, в концентрациях выше $1 \cdot 10^{-3}$ М промотировал процесс окисления липидных субстратов. В присутствии ($1 \cdot 10^{-5}$ – $1 \cdot 10^{-4}$) М а-токоферола наблюдалось замедление начальных стадий окисления и уменьшение максимальной скорости (табл. 3). В процессе окисления а-токоферол образует достаточно активные токофероксильные радикалы ($\text{In}^\bullet$), способные участвовать в побочных реакциях продолжения цепей с молекулами субстрата (RH) [1]:



В результате этой реакции восстанавливается активная фенольная форма антиоксиданта, взаимодействующая в дальнейшем с пероксильными радикалами:



Выводы

1. Установлено, что синтетический ингибитор окисления дибунол в двух кинетических моделях в безводной и водно-липидной средах превосходит по своему действию природный антиоксидант а-токоферол.

2. Выявлена высокая антиоксидантная активность капотена в водно-липидных катализируемых субстратах, превышающая ингибирующие свойства а-токоферола и уступающая активности дибунола.

3. Установлено, что капотен в процессе окисления разрушает гидропероксиды молекулярным путем. Вероятно, что способность разрушения гидропероксидов капотеном связана с наличием тиольной группы.

Список литературы

1. Бурлакова Е.Б., Крашаков С.А., Храпова Н.Г. Кинетические особенности токоферолов как антиоксидантов. Черногоровка, 1992. – 56 с.

2. Дурнев А.Д., Середенин С.В. Антиоксиданты как средства защиты генетического аппарата // Хим.-фарм. журнал. – 1990. – № 2. – С. 92–100.

3. Газизов Р.Р., Чернецов В.А. Применение капотена при острой сердечной недостаточности у больных с крупноочаговым инфарктом миокарда // Военно-медицинский журнал. – 2006. – Т. 327. – № 2. – С. 60.

4. Перевозкина М.Г., Тихонова В.В., Кадочникова Г.Д. и др. Физико-химические закономерности окисления липидных субстратов под действием гипотензивных препаратов // Свободно-радикальное окисление липидов в эксперименте и клинике. – Тюмень: Из-во Тюм.ГУ, 1997. – С. 104–113.

5. Перевозкина М.Г. Кинетика каталитического окисления мицеллярных субстратов в присутствии лекарственных препаратов различного фармакологического действия // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 3 (1). – С. 68–75.

6. Перевозкина М.Г. Тестирование антиоксидантной активности полифункциональных соединений кинетическими методами: монография. – Новосибирск: Изд. СибАК, 2014. – 240 с.

References

1. Burlakova E.B., Krashakov S.A., Hrapova N.G. Kinetic characteristics of tocopherols as antioxidants. Chernogorovka, 1992. 56 p.

2. Durnev A.D., Seredenin S.V. Antioksidanty kak sredstva zashchity geneticheskogo apparata // Him.-farm. Zhurnal, 1990, no. 2, pp. 92–100.

3. Gazizov R.R., Chernecov V.A. Primenenie kapotena pri ostroj serdechnoj nedostatochnosti u bol'nyh s krupnoochagovym infarktom miokarda // Voenno-medicinskij zhurnal, 2006, Vol. 327, no. 2, pp. 60.

4. Perevozkina M.G., Tihonova V.V., Kadochnikova G.D. i dr. Fiziko-himicheskie zakonomernosti okisleniya lipidnykh substratov pod dejstviem gipotenzivnykh preparatov // Svobodno-radikal'noe okislenie lipidov v jeksperimente i klinike. Tyumen, Izdat. Tjumenskogo gos. Un-ta, 1997, pp. 104–113.

5. Perevozkina M.G. Kinetika kataliticheskogo okisleniya micelljarnykh substratov v prisutstvii lekarstvennykh preparatov razlichnogo farmakologicheskogo dejstvija // Fundamentalnye issledovaniya, 2014, no. 3 (1), pp. 68–75.

6. Perevozkina M.G. Testirovanie antioksidantnoj aktivnosti polifunkcional'nykh soedinenij kineticheskimi metodami. Monografija. Novosibirsk: Izd. SibAK, 2014. 240 p.

Рецензенты:

Ерёмин Д.И., д.б.н., профессор кафедры почвоведения и агрохимии, ФГБОУ ВПО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», г. Тюмень;

Грехова И.В., д.б.н., профессор кафедры общей химии, ФГБОУ ВПО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», г. Тюмень.

Работа поступила в редакцию 12.11.2014.

УДК 579.63

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА КАЧЕСТВО ПРИБРЕЖНЫХ ВОД РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН ПРИМОРСКОГО КРАЯ

^{1,2}Бузолева Л.С., ^{1,2}Богатыренко Е.А., ^{1,2}Голозубова Ю.С., ¹Ким А.В.

¹Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, e-mail: buzoleva@mail.ru;

²ФГБУ «НИИЭМ им. Г.П. Сомова» СО РАМН, Владивосток

С помощью стандартных микробиологических методов дана оценка антропогенного влияния на экологическое состояние наиболее популярных прибрежных зон отдыха Приморского края и выявлены районы побережья, наиболее приемлемые для активного летнего отдыха населения. Установлено, что б. Лазурная, ст. Чайка и ст. Седанка – достаточно чистые в отношении условно-патогенных и патогенных бактерий. На станциях Санаторная, Океанская, Набережная и б. Тихая численность бактерий кишечной группы составила более чем 10^4 – 10^5 КОЕ/мл. В пробах воды обнаружены представители следующих бактерий: *Shigella* sp., *Providencia* sp., *Proteus mirabilis*, *Proteus vulgaris*, *Yersinia enterocolitica*, *Cytrobacter*, *Escherichia coli*, *Plesiomonas*, *Vibrio cholerae* (VII группа Хейберга). В зал. Восток наиболее загрязненными территориями являются б. Средняя и пляж пос. Волчанец, являющиеся наиболее посещаемыми пляжными зонами. Наиболее часто в поверхностных водах зал. Восток встречались *Escherichia coli*, *Micrococcus* sp., *Acinetobacter* sp.

Ключевые слова: антропогенное загрязнение, санитарно-микробиологический анализ, прибрежные воды, рекреационные зоны

THE INFLUENCE OF ANTHROPOGENOUS POLLUTION ON QUALITY OF COASTAL WATERS OF RECREATIONAL ZONES OF PRIMORSKY KRAI

^{1,2}Buzoleva L.S., ^{1,2}Bogatyrenko E.A., ^{1,2}Golozubova Y.S., ¹Kim A.V.

¹Far Eastern Federal University, Vladivostok, e-mail: buzoleva@mail.ru;

²Research institute of epidemiology and microbiology n.a. G.P. Somov, Vladivostok

By means of standard microbiological methods the assessment of anthropogenous influence on an ecological condition of the most popular coastal recreation areas of Primorsky Krai is given and the areas of the coast which are most acceptable for active summer holiday of the population are revealed. It is established the Lazurnaya bay, station Chaika and station Sedanka are rather pure concerning opportunistic and pathogenic bacteria. At stations Sanatornaya, Okeanskaya, Naberezhnaya and Tikhaya bay the number of coliform bacteria were more than 10^4 – 10^5 cells/ml. In samples of water representatives of the following bacteria were found: *Shigella* sp., *Providencia* sp., *Proteus mirabilis*, *Proteus vulgaris*, *Yersinia enterocolitica*, *Cytrobacter*, *Escherichia coli*, *Plesiomonas*, *Vibrio cholerae* (VII group of Heiberger). In the Gulf of Vostok the most polluted territories are Srednyaya bay and a beach of the settlement of Volchanets, being the most visited beach zones. Most often from the surface waters of the Gulf of Vostok were isolated *Escherichia coli*, *Micrococcus* sp., *Acinetobacter* sp.

Keywords: anthropogenous pollution, sanitary and microbiological analysis, coastal waters, recreational zones

Современное санитарное состояние большинства морских пляжей в прибрежной зоне г. Владивостока Приморского края определяется в основном выносом в них вместе со стоками бытовой и промышленной канализации загрязняющих веществ. Кроме того, большую тревогу вызывает загрязнение пляжных зон мусором, отходами, а также экскрементами животных и людей. Качество морской среды зависит от интенсивности поступления различного ряда загрязняющих веществ, бытовых стоков, фекального загрязнения – последнее напрямую связано с сосредоточением людей на побережье [7].

Среди инфекций, промежуточным звеном передачи которых может быть морская вода, названы многие нозологические формы бактериальной и вирусной природы. Установлено, что наиболее часто у купающихся поражается кожа (3,63%), уши (2,5%), глаза (3,3%) и слизистая оболочка

носа (2,44%) [3]. Загрязнение пляжей может происходить за счет купающихся. Отмечена зависимость качества воды морских пляжей от количества купающихся, при этом каждым купающимся в течение 10 минут вносится в воду от 10 тыс. до 2 млн кишечных палочек и свыше $3 \cdot 10^9$ прочих сапрофитных бактерий. Так, вследствие возросшего рекреационного водопользования появилась проблема предупреждения заболеваний верхних дыхательных путей и кожных покровов при контакте во время купания с загрязненной водой [4].

Для оценки уровней содержания загрязнителей в морской воде успешно применяются методы микробной индикации. С помощью микробиологических методов оценки качества морской воды можно определить также уровень органического (фекального) загрязнения, поступающего от рекреантов, а следовательно, оценить интенсивность рекреационного пресса.

Работ по изучению рекреационной нагрузки на морские экосистемы Приморского края крайне мало [2]. Тем не менее загрязнение пляжных зон в настоящее время является одной из основных опасностей для здоровья человека. Бурное развитие промышленности, благоустройство населенных мест неизбежно сопровождается ростом количества отдыхающих людей на побережье Амурского залива в черте г. Владивостока, б. Лазурная, зал. Восток.

Цель данной работы – используя микробиологические методы, дать оценку антропогенного влияния на экологическое состояние наиболее популярных прибрежных зон отдыха Приморского края и выявить районы побережья, наиболее приемлемые для активного летнего отдыха населения.

Материал и методы исследования

Пробы были отобраны в 2013 г. в разное время года на пяти станциях (наиболее популярных у населения пляжных зон): залив Восток, бухта Лазурная, бухта Тихая, Набережная, станция Санаторная, станция Океанская, станция Седанка, станция Чайка. Посевы осуществляли на дифференциально-диагностические среды согласно правилам, принятым в санитарной микробиологии. Подозрительные на условно-патогенные и патогенные бактерии были идентифицированы методами общепринятыми в медицинской микробиологии [1, 5, 6].

Результаты исследования и их обсуждение

В результате проведенных микробиологических исследований было установлено, что б. Лазурная, ст. Чайка и ст. Седанка – достаточно чистые в отношении условно-патогенных и патогенных бактерий, так как в пробах, взятых в этих районах, рост бактерий на среде Эндо в основном не был обнаружен.

На станциях Санаторная, Океанская, Набережная, в бухте Тихая численность бактерий кишечной группы составила более чем 10^4 – 10^5 КОЕ/мл. Особенно большое количество условно-патогенной флоры (10^5 КОЕ/мл) было найдено в пробах воды, взятой в районе Набережной, которая находится непосредственно в черте города.

Выделенные из воды этих станций микроорганизмы были идентифицированы как бактерии родов *Shigella* (15 ± 3 КОЕ/мл), *Providencia* (20 ± 4 КОЕ/мл), *Proteus mirabilis* (85 ± 11 КОЕ/мл), *Proteus vulgaris* (10 ± 3 КОЕ/мл) и *Yersinia enterocolitica* (15 ± 3 КОЕ/мл) (ст. Океанская); бактерии рода *Cytrobacter* (10 ± 1 КОЕ/мл), *Proteus mirabilis* (40 ± 12 КОЕ/мл), *Escherichia coli* (30 ± 9 КОЕ/мл), *Proteus vulgaris* (25 ± 3 КОЕ/мл), *Plesiomonas* (15 ± 3 КОЕ/мл), *Vibrio cholerae* не 01 группы (VII группа

Хейберга) (Санаторная); *Proteus vulgaris* (280 ± 24 КОЕ/мл), *V. cholerae* не 01 группы (I группа Хейберга) (Набережная).

Следует отметить, что в зимнее время количество условно-патогенных бактерий в этих водах уменьшилось, но видовое разнообразие в основном не изменилось.

При изучении уровня рекреационной нагрузки в зал. Восток (в зонах, пригодных для отдыха), установлено, что единовременная нагрузка на пляжи колеблется в пределах от 2 до 120 человек, суммарная рекреационная нагрузка изменяется от 870 до 6510 чел/дней. Суммарная нагрузка на все пляжи зал. Восток составляет около 17010 чел/дней. Из всех зон отдыха наибольшее количество отдыхающих отмечено в небольшой бухте Прибойная и пляже возле пос. Волчанец (зал. Восток). Эти участки обладают наиболее удобными из всех остальных пляжами и подъездными дорогами.

Изучение динамики рекреационного пресса на различные участки побережья зал. Восток показало, что пиком рекреационной активности в заливе является август, в это время число отдыхающих максимально. По результатам опросов отдыхающих было подсчитано, что в среднем группы людей (семьи и компании) приезжают на море на 5 ± 3 дней. Средний показатель повторности посещения зал. Восток составляет 5 ± 3 лет.

Анализ проб показал, что в период с июня по сентябрь во всех обследованных участках в зал. Восток содержание энтеробактерий превышает ПДК. В июне большинство станций характеризовались ощутимой степенью загрязнения, в августе очень сильным загрязнением, в сентябре наблюдали ощутимое превышение ПДК.

Присутствие энтеробактерий в среде является биологическим индикатором поступления фекального загрязнения в среду. Поскольку пребывание людей на море непосредственно связано с выведением продуктов обмена и их поступлением в грунт и морскую воду, данные по содержанию энтеробактерий были сопоставлены с рекреационной нагрузкой.

Исследования показали, что увеличение численности энтеробактерий в морской воде имеет прямую связь с единовременным числом отдыхающих на побережье. Среднее значение коэффициента корреляции составляет 0,96. Особенно это характерно для наиболее популярных пляжей (б. Прибойная и пляж пос. Волчанец). Определенный «вклад» в общее загрязнение вносят небольшие реки и протоки, которые выносят бытовые фекальные стоки из ближайших поселков.

Анализ видового состава энтеробактерий позволил выявить в поверхностных водах зал. Восток следующие виды микроорганизмов:

Escherichia coli, *Shigella azena*, *Micrococcus* sp., *Sarcine* sp., *Acinetobacter* sp., *Candida* sp., *Klebsiella* sp., *Proteus* sp., *Pseudomonas* sp., *Staphylococcus* sp., *Bacillus* sp. Наиболее часто в поверхностных водах зал. Восток встречались *Escherichia coli*, *Micrococcus* sp., *Acinetobacter* sp. Встречаются и другие систематические группы, но гораздо реже. Больше всего групп выявлено в районе небольшой бухты Средняя (зал. Восток), 50–45 КОЕ/мл.

На основе анализа таксономического состава энтеробактерий наиболее загрязненными районами по санитарно-микробиологическим показателям являются б. Средняя и пляж пос. Волчанец, являющиеся наиболее посещаемыми пляжными зонами в зал. Восток.

Заключение

В результате проведенных микробиологических исследований было установлено, что б. Лазурная, ст. Чайка и ст. Седанка – достаточно чистые в отношении условно-патогенных и патогенных бактерий акватории, что делает их наиболее приемлемыми для активного летнего отдыха населения. Остальные же изучаемые прибрежные зоны довольно сильно загрязнены. Рекреационная нагрузка на пляжные зоны в Приморском крае отрицательно сказывается на их санитарно-экологическом состоянии. Необходимы меры по организации цивилизованного отдыха, а также регулируемому распределению отдыхающих в этих районах. В противном случае качество прибрежных вод и участков побережья в ближайшее время заметно снизится.

Список литературы

1. Егоров Н.С. Руководство к практическим занятиям по микробиологии: учебное пособие. – 2-е изд. – М.: Из-во МГУ, 1983. – 186 с.
2. Китайская Н.А. Рекреационные ресурсы для развития курортного хозяйства Приморского края. – Владивосток: Из-во ДВГУ, 2000. – 119 с.
3. Медицинская микробиология: учеб. пособие / под ред. В.И. Покровского, О.К. Поздеева. – М.: Гэотар Медицина, 1999. – 1183 с.

4. Миронова Ю.А. Проблема оценки рекреационной нагрузки на прибрежные морские экосистемы // Материалы Международной конференции ЮНЕСКО «Человек в прибрежной зоне: опыт веков», 18–20 сентября 2001, г. Петропавловск-Камчатский. Петропавловск-Камчатский: КГПУ, 2001. – С. 106–107.

5. Определитель бактерий Берджи. В 2-х т. Т.2: пер. с англ. / под ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Снита, Дж. Стейли, С. Уилльямса. – М.: Мир, 1997. – 368 с.

6. Справочник по микробиологическим и вирусологическим методам исследования / под ред. Биргера М.О. – М.: Медицина, 1982. – 464 с.

7. Христофорова Н.К., Журавель Е.В., Миронова Ю.А. Рекреационное воздействие на залив Восток (Японское море) // Биология моря. – 2002. – Т. 28, № 4. – С. 300–303.

References

1. Egorov N. S. Rukovodstvo k prakticheskim znyatiyam po microbiologii: uchebnoe posobie [Materials to a practical training on microbiology: manual]. Moscow, Publishing house of MSU, 1983. 186 p.
2. Kitaiskaya N.A. Rekreatsionnye resursy dlya razvitiya kurortnogo hozyaistva Primorskogo kraya [Recreational resources for development of resort economy of Primorsky Krai]. Vladivostok, Publishing house of DVGU, 2000. 119 p.
3. Meditsinskaya mikrobiologiya / Pokrovskii V.I., Pozdeev O.K. [Medical microbiology / Under editorship of Pokrovskii V.I., Pozdeev O.K.]. Moscow, Geotar Meditsina Publ., 1999. 1183 p.
4. Mironova Yu. A. Problema otcenki rekreatsionnoi nagruzki na pribrezhye morskije ekosistemy [Problem of an assessment of recreational load on coastal marine ecosystems]. Materials of international conference of UNESCO «The person in a coastal zone: experience of centuries». September 18–20, 2001, Petropavlovsk-Kamchatsky. Petropavlovsk-Kamchatsky, KGPU Publ., 2001. pp. 106–107.
5. Opredelitel bakterii Bergey [Bergey's manual of systematic bacteriology]. Moscow, World Publ., 1997. 368 p.
6. Spravochnik po mikrobiologicheskim i virologicheskim metodam issledovaniya / Birger M.O. [The reference book on microbiological and virologic methods of research / Under the editorship of Birger M.O.]. – Moscow, Medicine Publ., 1982. 464 p.
7. Khristoforova N.K., Zhuravel E.V., Mironova Yu.A. Biologiya moray – Marine biology, 2002, Vol. 28, no. 4, pp. 300–303.

Рецензенты:

Мартынова А.В., д.м.н., профессор кафедры эпидемиологии и военной эпидемиологии, ГБОУ ВПО «Тихоокеанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения России, г. Владивосток;

Кузнецова Т.А., д.б.н., зав. лабораторией иммунологии, ФГБУ «НИИЭМ им. Г.П. Сомова СО РАМН», г. Владивосток.

Работа поступила в редакцию 26.11.2014.

УДК 579.26

ФАКТОРЫ, СПОСОБСТВУЮЩИЕ ВЫЖИВАНИЮ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ САПРОЗООНОЗОВ В МОРСКОЙ СРЕДЕ

^{1,2}Бузолева Л.С., ²Кривошеева А.М., ^{1,2}Богатыренко Е.А., ¹Ким А.В.¹Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, e-mail: buzoleva@mail.ru;²ФГБУ «НИИЭМ им. Г.П. Сомова» СО РАМН, Владивосток

Показано, что способность *Listeria monocytogenes* и *Yersinia pseudotuberculosis* выживать в водной среде зависит от свойств штамма и температуры. Установлено, что штаммы листерий и иерсиний, адаптированные к низким температурам, размножаются в морской воде при низких положительных температурах и сохраняются длительное время. Исследована биологическая активность экзометаболитов (ЭМ) морских микроводорослей в отношении *L. monocytogenes*. Установлено, что ЭМ альгокультур середины стационарной фазы роста микроводорослей стимулируют размножение листерий. ЭМ *Skeletonema costatum* обладали антилистериозным эффектом. Фракции ЭМ морских микроводорослей *Phaeodactylum tricornutum* не активизируют размножение листерий, но стимулируют рост иерсиний и имеют белковую природу. ЭМ, выделенные из естественной морской воды, стимулировали рост листерий и были представлены в основном липидами.

Ключевые слова: сапрозоонозы, морская среда, экзометаболиты, морские микроводоросли

HABITATION OF SAPROZOOONOSIS AGENTS IN THE MARINE ENVIRONMENT

^{1,2}Buzoleva L.S., ²Krivosheeva A.M., ^{1,2}Bogatyrenko E.A., ¹Kim A.V.¹Far Eastern Federal University, Vladivostok, e-mail: buzoleva@mail.ru;²Research institute of epidemiology and microbiology n.a. G.P. Somov, Vladivostok

It is shown the ability of *Listeria monocytogenes* and *Yersinia pseudotuberculosis* to survive in the water depends on properties of strain and temperature. It is established the strains of *L. monocytogenes* and *Y. pseudotuberculosis* adapted for low temperatures can reproduce in marine water at low positive temperatures and remain viable for a long time. Biological activity of marine microseaweed exometabolites (EM) concerning *L. monocytogenes* is investigated. It is established EM of algal cultures of the middle of a stationary growth phase stimulate the reproduction of *L. monocytogenes*. EM of *Skeletonema costatum* had antimicrobial effect against *L. monocytogenes*. EM fractions of marine microseaweed *Phaeodactylum tricornutum* don't intensify reproduction of *L. monocytogenes*, but stimulate growth of *Y. pseudotuberculosis* and have the proteinaceous nature. EM isolated from natural marine water stimulated growth of *L. monocytogenes* and were presented generally by lipids.

Keywords: saprozoonosis, marine environment, exometabolites, marine microseaweed

Listeria monocytogenes и *Yersinia pseudotuberculosis* относятся к возбудителям сапрозоонозов и обладают двойственной (сапрофитной и паразитической) природой, благодаря чему способны существовать как в эндотермных, так и в экотермных организмах, растительных объектах, а также в почвенной и водной средах. Для них характерен широкий диапазон экологической толерантности, то есть способность выживать в различных условиях. Сведения о длительном существовании и размножении патогенных бактерий в наземных экосистемах довольно обширны [3]. Однако литературные данные об исследованиях их жизнеспособности в воде ограничены и разноречивы [1, 2]. Необходимость изучения этой проблемы очевидна, так как, начиная с конца 80-х годов и до настоящего времени, в ряде стран Европы и Америки отмечают многочисленные вспышки листериоза, связанные с употреблением в пищу инфицированных морских продуктов [6, 8, 9]. Известно, что высеваемость листерий из морских гидробионтов доста-

точно высока (10–18%) [7, 10]. Можно предположить, что патогенные бактерии попадают в морскую среду вместе с паводковыми и грунтовыми водами, вымывающими их из береговых почв, а также со сточными и речными водами. При этом не исключена возможность длительного выживания листерий и иерсиний в морской воде, но неизвестны условия, при которых размножение этих бактерий становится возможным.

Цель работы – определить возможность размножения *L. monocytogenes* и *Yersinia pseudotuberculosis* в морской воде при разных температурах, а также изучить влияние метаболитов морских организмов, в частности микроводорослей, на размножение патогенных бактерий в морской среде.

Материал и методы исследования

В качестве объектов исследования были взяты референс-штаммы *Listeria monocytogenes*: 2 м, 10 CN, № 546, К, П, А, 1-А (1/2 а и 4б сероварианты), полученные из музея ВГНКИ ветпрепаратов, г. Москва, и штаммы *Yersinia pseudotuberculosis* 512 и Н-2781 (1б серовариант) из музея Всероссийского центра по иерсиниозу и псевдотуберкулезам

(НИИЭМ им. Г.П. Сомова СО РАМН, г. Владивосток). Пробы воды были взяты в октябре в б. Лазурная Японского моря, в 100 м от берега. Стерилизацию морской воды проводили методом фильтрации через ватно-марлевый и бактериальный фильтры. Заражающую дозу, подобранную с помощью стандарта мутности (1000 клеток в 0,1 мл инокулируемой среды для нативной воды, 100 клеток в 0,1 мл среды для стерильной воды), вносили в морскую воду и культивировали при положительных температурах 6–8 и 20–25 °С. Для подсчета выживших в воде бактерий (КОЕ) 0,1 мл инокулированной воды высевали в определенные сроки на чашки Петри с питательной средой (дрожжевой агар с добавлением на 100 мл среды 0,2 % глюкозы, 40 мг налидиксовой кислоты и 0,2 мл 10 % раствора трипофлавина). Адаптированные к низкой температуре штаммы листерий и иерсиний получали путем пятикратного пассирования микроорганизмов и морской воды в течение одного месяца при температуре 6–8 °С.

Для изучения влияния экзометаболитов морских микроводорослей на размножение листерий и иерсиний был использован метод А.Х. Тамбиева с соавторами [4]. Для эксперимента были взяты альгологически чистые культуры микроводорослей, распространенные в прибрежных водах дальневосточных морей: Bacillariophyta – *Skeletonema costatum*, Chlorophyta – *Chlorella minutissima*, *Platymonas* sp., Cryptophyta – *Chroomonas salina*. Исключение составила культура *Phaeodactylum tricornutum*, выделенная из Красного моря, являющаяся универсальным альгологическим тест-объектом. Водоросли культивировали при температуре 20 ± 2 °С и освещенности 3000 лк люминесцентными лампами со свето-темновым периодом 12 ч свет/12 ч темнота в питательной среде, приготовленной на основе натуральной стерильной морской воды соленостью 34 ‰. Стадию кривой роста определяли графическим методом (количество колоний выражали в lg). [5]. Экзометаболиты водорослей, взятых в экспоненциальной и стационарной фазах роста, получали центрифугированием в течение 30 минут со скоростью 2000 об/мин. В эксперименте ЭМ водорослей разводили физиологическим раствором 1:10, 1:1000 соответственно, после чего инокулировали *L. monocytogenes* (заражающая доза 10^3 КОЕ/мл). Температура культивирования 6–8 °С, время экспозиции 14 суток. Контролем служили кривые роста листерий в среде, используемой для культивирования водорослей, разведенной физиологическим раствором 1:10 и 1:1000 соответственно.

С целью изучения природы веществ, стимулирующих рост бактерий в морской среде, экзометаболиты микроводорослей *Phaeodactylum tricornutum*, выращенной как на искусственной, так и на естественной морской воде, получали последовательной экстракцией 1 л фильтрата культуральной жидкости рядом органических растворителей, в порядке возрастания их полярности (по 100 мл гексана, бензола, этилацетата). Экстракты упаривали в вакууме при 40 °С. Контролем служили аналогичные фракции, полученные в результате экстракции 1 л морской воды, как естественной, так и искусственной, пропущенной через бактериальный фильтр. Полученные фракции ЭМ были пропущены через бактериальные фильтры и использованы в качестве сред для культивирования бактерий, при этом заражающая доза бактерий составила 1000 кл/мл культивировали при 22 °С в течение двух недель (срок наблюдения). Рост бактерий определяли на спектрофотометре СФ-24 при длине волны 540 нм.

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе экспериментальных исследований было установлено, что музейные штаммы *L. monocytogenes*, *Y. pseudotuberculosis* быстро погибали в нестерильной морской воде при температуре 20–25 °С, но выживали при 6–8 °С (до 3–4 суток в зависимости от штамма). Наиболее устойчивыми к заданным условиям в морской воде оказались штаммы *L. monocytogenes* 2м, 10СН, наименее устойчивым – штамм *L. monocytogenes* К. В стерильной морской воде листерии размножались до 10^3 – 10^4 КОЕ/0,1 мл, как при температуре 6–8 °С, так и при 20–25 °С. При температурах выше 8 °С бактерии быстрее достигали максимальной численности, но дольше сохранялись при низкой температуре (до 1 месяца), если в воду вносили адаптированные к низкой температуре и голодным условиям штаммы бактерий и выращивали при температуре 6–8 °С. Следовательно, оптимальными условиями для размножения листерий в естественной морской воде является низкая температура культивирования и адаптированность штамма к условиям среды.

Сравнительные исследования показали, что в образцах фильтрованной морской воды численность сапрофитных микроорганизмов снижается в 10^6 – 10^7 раз по сравнению с естественной морской водой, что позволяет патогенным бактериям не только длительно сохраняться, но и размножаться в фильтрованной морской воде. Следовательно, в холодное время года, когда количество сапрофитных бактерий в морской воде резко снижается, конкурентоспособность возбудителей сапрозоонозов, обладающих психрофильными свойствами, значительно возрастает. В связи с этим можно предполагать, что поздняя осень и ранняя весна являются наиболее вероятным временем для заражения гидробионтов, в том числе и широко используемых в пищу человеком.

Изучение влияния ЭМ морских микроводорослей показало, что ЭМ из экспоненциальной фазы роста нейтральны по отношению к *L. monocytogenes*. ЭМ середины стационарной фазы роста микроводорослей стимулируют размножение листерий. Лучшее всего листерии размножались на ЭМ зеленых и криптомонадовых водорослей, при этом концентрации бактерий в указанных условиях к 14 суткам культивирования превышали контроль на 2,3 и 2,5 lg соответственно. Значительно меньше стимулировали рост бактерий ЭМ диатомовой водоросли. В данном случае количество бактерий за тот же период культивирования увеличилось лишь на 1,7 lg по сравнению с контролем.

Стимулирующее влияние ЭМ микроводорослей, взятых из стационарной фазы роста по-видимому, заключается в том, что в стационарной фазе роста клетки микроводорослей выделяют больше метаболитических органических веществ, чем в экспоненциальной фазе.

В результате проведенных серий экспериментов было показано, что через 18 часов культивирования фракции *P. tricornutum* (гексановая, бензольная, этилацетатная) стимулировали размножение *L. monocytogenes* 4b сероварианта на 40,4; 30 и 28% соответственно по сравнению с контролем. При этом роста клеток 1/2a сероварианта на этих субстратах не наблюдали. У иерсиний не было отмечено стимулирующего эффекта полученных фракций (20; 10 и 0% соответственно). Использование же в качестве среды культивирования для водорослей искусственной морской воды показало результаты прямо противоположные предыдущим. Так фракции метаболитов водоросли *P. tricornutum*, выращенной на искусственной морской воде симулировали размножение иерсиний на шестые сутки в следующей последовательности: этилацетат – 60%, бензол – 30%, гексан – 0%. Размножения листерий на этих фракциях не наблюдали.

Заключение

Патогенные бактерии – возбудители сапрозоонозов способны не только существовать в морской среде, но и размножаться при определенных условиях. При этом они могут инфицировать гидробионты, в том числе и промысловые виды в цепи питания через микроводоросли, которые способны стимулировать их размножение. Биологическая активность ЭМ морских микроводорослей в отношении *L. monocytogenes* зависит от видовой принадлежности водорослей и стадии развития альгокультуры. Можно предположить, что механизм стимуляции роста грамположительных и грамотрицательных бактерий ЭМ различен. В фильтрах естественной морской воды содержится большое количество экзометаболических различных морских обитателей (водоросли, гидробионты, морские микроорганизмы и т.д.) и, как показал наш анализ, преобладают в них в основном вещества липидной природы, экстрагируемые гексаном. Последние стимулируют рост грамположительных листерий в лаг фазе, но практически не влияют на размножение грамотрицательных иерсиний. Экзометаболические, выделяемые в среду микроводорослью *P. tricornutum*, стимулирующие рост *Y. pseudotuberculosis* в логарифмической стадии (то есть влияют непосредственно на скорость деления бактерий), имели в основном белковую природу.

Список литературы

1. Гершун, В.И. Жизнеспособность листерий в воде // Сиб. Вестник с.-х. науки. – 1979. – № 6. – С. 48–50.
2. Поманская, А.А. О размножении листерий в воде // Журн. микробиологии. – 1962. – № 9. – С. 102–105.
3. Сомов Г.П., Литвин В.Ю. Сапрофитизм и паразитизм патогенных бактерий: Экологические аспекты. – Новосибирск: Наука, 1988. – 208 с.
4. Тамбиев А.Х., Шелястина Н.Н., Болдырева Л.С. Изучение биологической активности экзометаболических одноклеточных морских водорослей // Физиол. раст. – 1981. – Т. 28, № 3. – С. 31–35.
5. Шлегель Г. Общая микробиология. – М.: Мир, 1987. – 567 с.
6. Goulet V., Espasze T., Bastide I. Human listeriosis in France in 1987 // Acta microbiol. Hung. – 1989. – Vol. 36, № 2/3. – P. 173–176.
7. Hartemink R., Georgsson F. Incidence of *Listeria* species in seafood and seafood salads // Int. J. Food Microbiol. – 1991. – Vol. 12. – P. 189–195.
8. Liston J. Microbial hazards of seafood consumption toxins, bacteria and viruses are the principal causes of seafoodborne diseases // Food. Technol. – 1990. – Vol. 44, № 12. – P. 58–62.
9. Luppy A., Bucci G., Maini P., Rocourt J. Ecological survey of listeria in the Ferrara Area (Northern Italy) // Zbl. Bacteriol., Microbiol. Und Hug. A. – 1988. – Vol. 269, № 2. – P. 266–275.
10. Nakkama F., Maruyama T., Khokubo Y., Iida T., Umekki F. Incidence of *Listeria monocytogenes* in foods in Japan // Listeria 1992: 11-th Int. Symp. Probl. Listeriosis. Copenhagen, 1992: ISOPPOL XI: Book Abstr. S.I., S.A. – P. 317–318.

References

1. Gershun, V. I. Siberian bulletin of agricultural sciences, 1979, no. 6, pp. 48–50.
2. Pomanskaya, A.A. Journal of Microbiology, 1962, no. 9, pp. 102–105.
3. Somov G.P., Litvin V.Yu. Saprophytism i parasitism patogennyh bakterii: Ekologicheskie aspekt [Saprotrophic and parasitism of pathogenic bacteria: Ecological aspects]. Novosibirsk, Nauka, 1988. 208 p.
4. Tambiyev A.H., Shelyastina N.H., Boldyreva L.S. Plant physiology, 1981, Vol. 28, no. 3, pp. 31–35.
5. Shlegel G. Obschaya mikrobiologiya [General microbiology]. Moscow, Mir, 1987. 567 p.
6. Goulet V., Espasze T., Bastide I. Human listeriosis in France in 1987 // Acta microbiol. Hung. 1989. Vol. 36, no. 2/3. pp. 173–176.
7. Hartemink R., Georgsson F. Incidence of *Listeria* species in seafood and seafood salads // Int. J. Food Microbiol. 1991. Vol. 12. pp. 189–195.
8. Liston J. Microbial hazards of seafood consumption toxins, bacteria and viruses are the principal causes of seafoodborne diseases // Food. Technol. 1990. Vol. 44, no. 12. pp. 58–62.
9. Luppy A., Bucci G., Maini P., Rocourt J. Ecological survey of listeria in the Ferrara Area (Northern Italy) // Zbl. Bacteriol., Microbiol. Und Hug. A. 1988. Vol. 269, no. 2. pp. 266–275.
10. Nakkama F., Maruyama T., Khokubo Y., Iida T., Umekki F. Incidence of *Listeria monocytogenes* in foods in Japan // Listeria 1992: 11-th Int. Symp. Probl. Listeriosis. Copenhagen, 1992: ISOPPOL XI: Book Abstr. S.I., S.A. pp. 317–318.

Рецензенты:

Мартынова А.В., д.м.н., профессор кафедры эпидемиологии и военной эпидемиологии, ГБОУ ВПО «Тихоокеанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения России, г. Владивосток;

Кузнецова Т.А., д.б.н., зав. лабораторией иммунологии, ФГБУ «НИИЭМ им. Г.П. Сомова СО РАМН», г. Владивосток.

Работа поступила в редакцию 26.11.2014.

УДК 597.553.2:591.132/.434

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МИКРОБИОЦЕНОЗОВ КИШЕЧНИКА ЛОСОСЕВИДНЫХ РЫБ С РАЗНЫМИ ПИЩЕВЫМИ СТРАТЕГИЯМИ

¹Дзюба Е.В., ¹Суханова Е.В., ¹Деникина Н.Н., ^{1,2}Белькова Н.Л.

¹ФГБУН «Лимнологический институт» Сибирского отделения РАН,
Иркутск, e-mail: e_dzuba@lin.irk.ru;

²ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный университет», Иркутск

Значительное влияние на состав бактериального сообщества кишечника рыб оказывают вид и биохимические характеристики кормовых объектов, следовательно, качественный и количественный состав микробиоценоза рыб с различным типом питания отличается. Всеядные виды рыб обладают большим микробным разнообразием, чем хищные. Байкальский омуль *Coregonus migratorius* и черный байкальский хариус *Thymallus baicalensis* отличаются по пищевым стратегиям и принадлежат к разным трофическим сетям озера Байкал. Цель исследования – сопоставить генетическое разнообразие микробиоценозов кишечной микрофлоры черного байкальского хариуса и байкальского омуля. Материалом для работы послужили черные байкальский хариус и байкальский омуль. Молекулярно-генетический анализ фрагментов кишечника рыб проводили согласно адаптированным ранее методикам. Сравнительный анализ полученных последовательностей проводили с помощью пакета программ FASTA. В составе кишечных микробиоценозов рыб определены аллохтонные (строгие аэробы, представители филы Proteobacteria: *Azospirillum*, *Bradyrhizobium*, *Comamonas*, *Collimonas*, *Pseudomonas*, *Pseudoalteromonas*, *Quatrionococcus*, *Stenotrophomonas*, некультивируемые бактерии фил Bacteroidetes и Actinobacteria) и автохтонные представители (микроаэрофилы и анаэробы: *Acinetobacter*, *Aeromonas*, *Brevinema*, *Caulobacter*, *Clostridium*, *Deefgea*, *Delftia*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Flavobacterium*, *Mycoplasma*, *Plesiomonas*, *Pseudomonas*, *Salmonella*, *Spironema*, *Sphingomonas* и некультивируемые Deltaproteobacteria). Пищевые спектры рыб достаточно широки, но качественный состав кормовых объектов, составляющих основу их питания, различен. Черный байкальский хариус показал большее генетическое разнообразие кишечной микрофлоры, чем байкальский омуль.

Ключевые слова: микробиоценоз, генетическое разнообразие, *Thymallus baicalensis*, *Coregonus migratorius*, пищевые стратегии

COMPARATIVE ANALYSIS OF GUT MICROBIOTICENOSSES OF SALMONID FISH WITH DIFFERING FEEDING STRATEGIES

¹Dzyuba E.V., ¹Sukhanova E.V., ¹Denikina N.N., ^{1,2}Belkova N.L.

¹Limnological Institute of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,
Irkutsk, e-mail: e_dzuba@lin.irk.ru;

²Irkutsk State University, Irkutsk

Species and biochemical characteristics of nutrition affect significantly the composition of bacterial communities in the fish intestine. Therefore, qualitative and quantitative composition of microbiocenoses differs in fish with different feeding strategies. Omnivorous fish possess a higher microbial diversity than predators. Baikal omul *Coregonus migratorius* and Baikal black grayling *Thymallus baicalensis* have different feeding strategies and they belong to different food-webs of Lake Baikal. The aim of this study was to compare genetic diversity of microbiocenoses of intestinal microbiota in Baikal black grayling and Baikal omul. Baikal black grayling and Baikal omul were studied. Intestine fragments of fish were analysed using molecular-genetic methods adapted previously. The web site FASTA was used for comparative analysis of the sequences obtained. Intestine microbiocenoses of fish contained allochthonous (strict aerobes of the phylum Proteobacteria: *Azospirillum*, *Bradyrhizobium*, *Comamonas*, *Collimonas*, *Pseudomonas*, *Pseudoalteromonas*, *Quatrionococcus*, *Stenotrophomonas* and uncultured bacteria of the phyla Bacteroidetes and Actinobacteria) and autochthonous representatives (microaerophiles and anaerobes: *Acinetobacter*, *Aeromonas*, *Brevinema*, *Caulobacter*, *Clostridium*, *Deefgea*, *Delftia*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Flavobacterium*, *Mycoplasma*, *Plesiomonas*, *Pseudomonas*, *Salmonella*, *Spironema*, *Sphingomonas* and uncultured Deltaproteobacteria). Food spectrums of fish significantly varied, and the qualitative content of preys that comprised the basis for fish feeding was different. Genetic diversity of the intestinal flora was higher in Baikal black grayling than in Baikal omul.

Keywords: microbiocenoses, genetic diversity, *Thymallus baicalensis*, *Coregonus migratorius*, feeding strategies

Значительное влияние на микробиоценоз кишечника рыб оказывают вид и биохимические характеристики кормовых объектов [10], в связи с этим качественный и количественный состав составляющих его микроорганизмов различен у рыб с различным типом питания [4]. Всеядные виды рыб обладают большим микробным разнообразием, чем хищные [12].

Байкальский омуль *Coregonus migratorius* (Georgi, 1775) и черный байкальский хариус *Thymallus baicalensis* отличаются по пищевым стратегиям и принадлежат к разным (пелагической и бентической) трофическим сетям озера Байкал. Известны три морфоэкологические группы (МЭГ) байкальского омуля (пелагическая, прибрежная и придонно-глубоководная),

занимающие различные пищевые ниши. В зимне-весенний период омуль всех МЭГ имеет сходные пищевые спектры (*Epischura baicalensis* и *Macrohectopus branickii*, молодь рыб, донные амфиподы), т.к. обитает в придонных слоях склоновой зоны озера. В мае-июне омуль расходится по различным биотопам: придонно-глубоководный остается в придонных слоях воды на значительных глубинах (сезонные изменения рациона не выражены); пелагический нагуливается в пелагиали и в придонных слоях воды (сезонные изменения незначительны); омуль прибрежной МЭГ обитает в прибрежной зоне озера (кормовая база крайне изменчива сезонно и территориально) [11].

Черный байкальский хариус преимущественно ведет образ жизни, связанный с речными условиями. В течение всего года он образует плотные скопления в литорали Байкала в предустьевых участках притоков, в которых происходит его нерест и частично нагул [3]. По характеру питания черного байкальского хариуса можно считать эврифагом, т.к. спектр потребляемых им организмов очень широк и включает в себя как животных бентоса (личинки ручейников, амфипод, гастропод и др.), так и имаго амфибиотических насекомых [6, 7].

Цель настоящего исследования – провести сравнительный анализ генетического разнообразия кишечных микробиоценозов черного байкальского хариуса и байкальского омуля, лососевидных рыб с разной пищевой стратегией и распределением в озере.

Материал и методы исследования

Материалом для работы послужили два вида лососевидных рыб озера Байкал: черный байкальский хариус (27 экз.) и байкальский омуль (67 экз.). Сборы материалов по акватории озера Байкал проводили в период открытой воды (июнь и сентябрь) разноглубинным тралом РК-15/30. Для сбора черного байкальского хариуса использовали жаберные сети (ячей 14–24 мм), которые выставлялись на глубинах 0,5–8,0 м в мае 2008 г. в районе б. Песчаная (южная котловина озера Байкал). Непосредственно после отлова в лабораторных условиях взяты фрагменты кишечного тракта (КТ) рыб.

Молекулярно-генетический анализ проводили согласно адаптированным ранее методикам [2]. Структуру микробных сообществ кишечной микробиоты байкальского омуля трех МЭГ и черного байкальского хариуса исследовали с помощью групп-специфичной ПЦР [1]. Ампликоны, полученные индивидуально для каждой особи на консервативных бактериальных праймерах [2], объединяли для анализируемых групп и суммарные образцы, лигировали с использованием набора GeneJET™ PCR Cloning Kit (Fermentas, Литва). Все выросшие колонии анализировали методом ПЦР с праймерами, рекомендованными производителем (Fermentas, Литва). Секвенирование осуществляли на автоматическом секвенаторе ABI310A (ABI PRISM 310 Genetic Analyzer) в центре коллективного пользования «Геномика» СО РАН (г. Новосибирск).

Полученные последовательности проанализировали с помощью пакета программ FASTA (<http://www.ebi.ac.uk/fasta33/>), на наличие химерных структур проверили программой CHECK CHIMERA (<http://rdp8.cme.msu.edu/cgis/chimera>) и зарегистрировали в международной EMBL-базе данных под номерами: FR799652, FR799653, FR799680, FR799684, HE565982–HE566014, HE566026–HE566038, HE566041–HE566044, HE584724–HE584729, HE589594–HE589602.

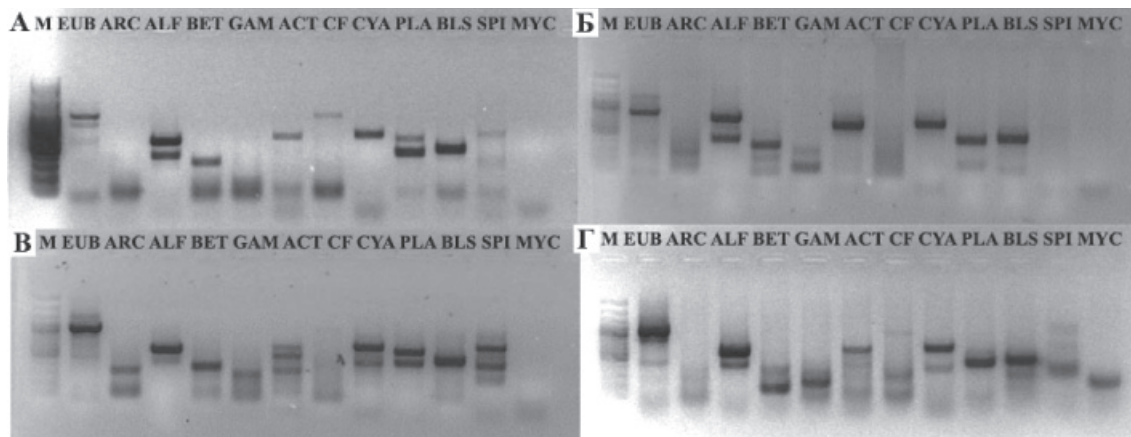
Результаты исследования и их обсуждение

Кишечная микробиота рыб, включающая аэробных, факультативно-анаэробных и облигатных анаэробных бактерий, может быть классифицирована как автохтонная, или собственная (микроорганизмы, колонизирующие эпителий кишечника хозяина), и аллохтонная, или транзиторная. Состав и структура микробного сообщества зависят от экологических условий местообитания и пищевых стратегий рыб.

Сравнительный анализ микробного разнообразия на уровне крупных таксонов: домены Bacteria (EUB) и Archaea (ARC); филы Actinobacteria (ACT), Bacteroidetes (CF), Planctomycetes (PLA), Firmicutes (BLS), Cyanobacteria (CYA) и Spirochaetes (SPI), а также классы филы Proteobacteria: Alpha (ALF), Beta (BET) и Gamma (GAM) с помощью групп-специфичной амплификации не выявил отличий в структуре микробных сообществ кишечной микробиоты омуля трех МЭГ в весенний период. Типичная электрофореграмма приведена на рисунке А. В осенний период у омуля пелагической МЭГ сохраняется такой же широкий спектр таксонов, в то время как у омуля придонно-глубоководной МЭГ разнообразие ниже; не были детектированы представители фил Spirochaetes и Bacteroidetes (рисунок, Б). Таксономический состав микробиоты омуля прибрежной МЭГ осенью сохраняется с перераспределением доминант: значительно уменьшается представленность всех классов протеобактерий, при этом увеличивается количество Spirochaetes (рисунок, В).

Спектр таксономических групп кишечной микробиоты черного байкальского хариуса совпадает с таковым у прибрежного омуля в осенний период, дополнительно у хариуса детектируется байкальский генотип *Mycoplasma* (рисунок, Г).

Присутствие спирохет и микоплазм в кишечнике рыб может зависеть от типа питания рыб в целом. Микоплазмы и спирохеты отмечены у моллюсков [13]. В пищевом спектре черного байкальского хариуса моллюски являются одним из постоянных компонентов пищи [5]. В питании байкальского омуля моллюски встречаются реже, в основном у рыб, принадлежащих к прибрежной МЭГ.



Электрофореграмма ампликонов с суммарной ДНК, выделенной из кишечника байкальского омуля в весенний (А) и осенний (Б, В) периоды, и черного байкальского хариуса (Г) на групп-специфичных праймерах:

EUB – домен Bacteria (900 п.н.); ARC – домен Archaea (600 п.н.); ALF – класс Alphaproteobacteria (400 п.н.); BET – класс Betaproteobacteria (350 п.н.); GAM – класс Gammaproteobacteria (150 п.н.); ACT – фила Actinobacteria (640 п.н.); CF – фила Bacteroidetes (1050 п.н.); CYA – фила Cyanobacteria (650 п.н.); PLA – фила Planctomycetes (420 п.н.); BLS – фила Firmicutes (400 п.н.); SPI – фила Spirochaetes (350 п.н.); Мус – байкальский генотип Mycoplasma (150 п.н.); М – маркер молекулярного веса

Микроорганизмы в ассоциациях, в том числе в составе кишечной микробиоты, формируют устойчивые сообщества, способные существовать неопределенно долго за счет поступающей извне энергии и биогенных элементов. Переход макроорганизма на другой тип питания сопровождается появлением новых пищевых компонентов и, как следствие, изменением разнообразия микроорганизмов, это подтверждается результатами анализа микробиоты КТ осенних популяций омуля прибрежной и придонно-глубоководной МЭГ. Пищевые спектры рыб

достаточно широки, но качественный состав кормовых объектов, составляющих основу их питания, различен. Различия в составе микробных ассоциаций также отмечены и на уровне таксонов более низкого уровня – родовой принадлежности отдельных представителей как аллохтонной, так и автохтонной микробиоты (таблица). Для черного байкальского хариуса среди представителей классов Gamma и Betaproteobacteria определены последовательности, имеющие высокую гомологию с таковыми из кишечной микробиоты байкальского омуля.

Сравнительный анализ кишечных микробиоценозов черного байкальского хариуса и байкальского омуля

Черный байкальский хариус	Байкальский омуль
Аллохтонные микроорганизмы	
<i>Azospirillum</i> , <i>Bradyrhizobium</i> , <i>Comamonas</i> , <i>Collimonas</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>Stenotrophomonas</i>	<i>Pseudoalteromonas</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>Comamonas</i> , <i>Quatrionicoccus</i> , <i>Stenotrophomonas</i> , некультивируемые бактерии сем. Chitinophagaceae и Rubrobacteraceae
Автохтонный микробиоценоз	
<i>Acinetobacter</i> , <i>Aeromonas</i> , <i>Brevinema</i> , <i>Caulobacter</i> , <i>Clostridium</i> , <i>Deefgea</i> , <i>Delftia</i> , <i>Enterobacter</i> , <i>Escherichia</i> , <i>Flavobacterium</i> , <i>Mycoplasma</i> , <i>Plesiomonas</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>Salmonella</i> , <i>Spiro-nema</i> , <i>Spiro-nucleus barkhanus</i> , <i>Sphingomonas</i> , некультивируемая Deltaproteobacteria	<i>Enterobacter</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>Salmonella</i>

Наличие представителей родов *Comamonas*, *Stenotrophomonas* и *Pseudomonas* (*Pseudomonas* sp., *P. putida*,

P. stutzeri, *P. reactans* и *P. rhodesiae*) может быть связано с их присутствием в байкальской воде или в ассоциациях с общими

для черного байкальского хариуса и байкальского омуля кормовыми объектами. Также к аллохтонной микробиоте следует отнести некоторых представителей класса Alphaproteobacteria, детектированных в кишечнике черного байкальского хариуса: их ближайшие родственники выделены из ассоциаций с растениями (*Bradyrhizobium* sp.) и из пресных вод (*Azospirillum* sp.).

В то же время в составе кишечного микробиоценоза у черного байкальского хариуса определены ближайшие родственники *Caulobacter* sp. и *Sphingomonas* sp. (класс Alphaproteobacteria), которые имеют высокую гомологию с некультивируемыми бактериями, выделенными из кишечной микробиоты различных организмов. Так, среди их ближайших гомологов следует отметить некультивируемые бактерии, идентифицированные в кишечнике амурского краба *Eriocheir sinensis* (DQ856499), анчоуса (DQ860013) и антарктических рыб [12]. Несомненно, данные микроорганизмы можно отнести к автохтонной микробиоте байкальских рыб. Представитель рода *Delftia* (HM587796) (класс Betaproteobacteria, сем. Comamonadaceae) идентифицирован в кишечнике термитов, другие представители этого рода, *D. tsuruhatensis* и *D. lacustris*, способны разрушать пептидогликан и проявляют хитиназную активность [8]. К собственной кишечной микробиоте черного байкальского хариуса следует отнести представителей родов *Enterobacter* и *Salmonella*, последовательности которых идентичны таковым из кишечника байкальского омуля, а также *Escherichia* (класс Gammaproteobacteria, сем. Enterobacteriaceae), имеющие высокую гомологию (99%) с микроорганизмами, культивированными из кишечника насекомых (HQ407235, HQ154567) и полученными в результате молекулярно-генетического анализа слизи кишечника радужной форели [9].

Заключение

Таким образом, исследование структуры микробных сообществ кишечника байкальского омуля трех МЭГ и черного байкальского хариуса с помощью групп-специфичной ПЦР позволило определить спектр таксонов микроорганизмов, населяющих кишечник рыб, и его сезонные изменения. При смене спектра питания увеличивается разнообразие доминирующих микроорганизмов (омуль прибрежной МЭГ), а стабильность питания ведет

к формированию устойчивого микробного сообщества с уменьшением числа таксономических единиц (омуль придонно-глубоководной МЭГ). Выявлены представители аллохтонной и автохтонной микробиоты, общие и отличающиеся для разных видов рыб.

Работа выполнена в рамках проекта VI.50.1.4 «Молекулярная экология и эволюция живых систем Центральной Азии на примере рыб, губок и ассоциированной с ними микрофлоры», № гос. рег. 01201353444.

Список литературы

1. Белькова Н.Л. Молекулярно-генетические методы анализа микробных сообществ // Разнообразие микробных сообществ внутренних водоемов России: учебно-методическое пособие. – Ярославль: Принтхаус, 2009. – С. 53–63.
2. Белькова Н.Л., Дзюба Е.В., Суханова Е.В., Ханаева Т.А. Адаптация методов молекулярно-генетического анализа для изучения микроорганизмов, ассоциированных с рыбами // Биология внутренних вод. – 2008. – № 2. – С. 91–94.
3. Книжин И.Б., Вайс С.Д., Сушник С. Хариусы бассейна озера Байкал (*Thymallus*, *Thymallidae*): разнообразие форм и их таксономический статус // Вопр. Ихтиологии. – 2006. – Т. 46. – № 4. – С. 442–459.
4. Кузьмина В.В. Физиолого-биохимические основы экзотрофии рыб. – М.: Наука, 2005. – 300 с.
5. Максимова Н.В., Дзюба Е.В. Роль моллюсков в питании черного байкальского хариуса (*Thymallus arcticus baicalensis*) // Четвертая Верещагинская байкальская конференция: тезисы докладов и стендовых сообщений. – Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2005. – С. 119–120.
6. Тугарина П.Я., Купчинская Е.С. Питание и пищевые взаимоотношения рыб Байкало-Ангарского бассейна. – Новосибирск: Наука, 1977. – 103 с.
7. Тугарина П.Я. Хариусы Байкала. – Новосибирск: Наука, 1981. – 280 с.
8. Jørgensen N.O., Brandt K.K., Nybroe O., Hansen M. *Delftia lacustris* sp. nov., a peptidoglycan-degrading bacterium from fresh water, and emended description of *Delftia tsuruhatensis* as a peptidoglycan-degrading bacterium // Int J Syst Evol Microbiol. – 2009. – Vol. 59. – P. 2195–2199.
9. Kim D.-H., Brunt J., Austin B. Microbial diversity of intestinal contents and mucus in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) // J. Appl. Microbiol. – 2007. – Vol. 102. – P. 1654–1664.
10. Ringø E., Sperstad S., Myklebust R., Mayhew T.M., Olsen R.E. The effect of dietary inulin on aerobic bacteria associated with hindgut of Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.) // Aquaculture Res. – 2006. – Vol. 37. – № 9. – P. 891–897.
11. Smirnov V.V. Intraspecific structure of Baikal omul *Coregonus autumnalis migratorius* (Georgi) // Pol. Arch. Hydrobiol. – 1992. – Vol. 39. – № 3–4. – P. 325–333.
12. Ward N.L., Steven B., Penn K., Methé B.A., Detrich W.H. Characterization of the intestinal microbiota of two Antarctic notothenioid fish species // Extremophiles. – 2009. – Vol. 13. – P. 679–685.
13. Wu X., Sun J., Zhang W., Wen B. Purification and antigenic characteristics of a rickettsia-like organism from the oyster *Crassostrea ariakensis* // Dis. Aquat. Org. – 2005. – Vol. 67. – P. 149–154.

References

1. Bel'kova N.L. Molekuljarno-geneticheskie metody analiza mikrobnyh soobshhestv V kn. Raznoobrazie mikrobnyh

soobshhestv vnutrennih vodojmov Rossii: uchebno-metodicheskoe posobie. Jaroslavl': Printhauss, 2009. pp. 53–63.

2. Bel'kova N.L., Dzjuba E.V., Suhanova E.V., Hanaeva T.A. Adaptacija metodov molekularno-geneticheskogo analiza dlja izucheniya mikroorganizmov, asociirovannyh s rybami. *Biologija vnutrennikh vod.* 2008; 2: pp. 91–94.

3. Knizhin I.B., Wais S.J., Sushnik S. Khariucy bassejnya ozera Baykal (Thymallus, Thymallidae): raznoobrazie form i ikh taksonomicheskij status, *Voprosy ihtologii.* 2006; T. 46, no. 4: pp. 442–459.

4. Kuz'mina V.V. Fiziologo-biokhimicheskie osnovy ekzotrofii ryb. M.: Nauka, 2005: 300 p.

5. Maksimova N.V., Dzyuba E.V. Rol' molljuskov v pitanii chernogo-baykal'skogo khariusa (*Thymallus arcticus baicalensis*), Chetvertaja vereshchaginskaja baykal'skaja konferencija: tezisy dokladov i ctendovykh soobschenij. Irkutsk: Izd-vo In-ta geografii SO RAN, 2005: pp. 119–120.

6. Tugarina P.Ja., Kupchinskaja E.S. Pitanie i pischevye vzaimootnosheniya ryb Baykalo-Angarskogo bassejnya, Novosibirsk: Nauka, 1977: 103 p.

7. Tugarina P.Ja. *Khariusy Baykala*, Novosibirsk: Nauka, 1981: 280 p.

8. Jørgensen N.O., Brandt K.K., Nybroe O., Hansen M. *Delftia lacustris* sp. nov., a peptidoglycan-degrading bacterium from fresh water, and emended description of *Delftia tsuruhatensis* as a peptidoglycan-degrading bacterium, *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 2009; 59(9): pp. 2195–2199.

9. Kim D.-H., Brunt J., Austin B. Microbial diversity of intestinal contents and mucus in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *J. Appl. Microbiol.* 2007; vol. 102: pp. 1654–1664.

10. Ringø E., Sperstad S., Myklebust R., Mayhew T.M., Olsen R.E. The effect of dietary inulin on aerobic bacteria associated with hindgut of Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.), *Aquaculture Res.* 2006; vol. 37, no. 9: pp. 891–897.

11. Smirnov V.V. Intraspecific structure of Baikal omul *Coregonus autumnalis migratorius* (Georgi), *Pol. Arch. Hydrobiol.* 1992; Vol. 39, no. 3–4: pp. 325–333.

12. Ward N.L., Steven B., Penn K., Methe B.A., Detrich W.H. III Characterization of the intestinal microbiota of two Antarctic notothenioid fish species, *Extremophiles.* 2009; Vol. 13: pp. 679–685.

13. Wu X., Sun J., Zhang W., Wen B. Purification and antigenic characteristics of a rickettsia-like organism from the oyster *Crassostrea ariakensis*, *Dis. Aquat. Org.* 2005; Vol. 67: pp. 149–154.

Рецензенты:

Анганова Е.В., д.б.н., старший научный сотрудник лаборатории эпидемически и социально значимых инфекций, ФГБНУ НЦ «Проблем здоровья семьи и репродукции человека» ФАНО, г. Иркутск;

Савилов Е.Д., д.м.н., профессор, главный научный сотрудник ФГБНУ НЦ «Проблем здоровья семьи и репродукции человека» ФАНО, г. Иркутск.

Работа поступила в редакцию 26.11.2014.

УДК 550.47:638.162

ПОЧВЕННО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА МЁДА

Кайгородов Р.В., Кулешова Т.С.*Естественнонаучный институт Пермского государственного национального исследовательского университета, Пермь, e-mail: r.kaigorodov@yandex.ru*

Исследования направлены на выявление закономерностей миграции минеральных элементов в медоносных ландшафтах. Методом оптической эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП ОЭС) изучено содержание микроэлементов в мёдах природных и антропогенных геохимических аномалий отрицательного и положительного характера. По данным многолетних исследований рассчитано фоновое содержание некоторых элементов (Co, Cu, Ni, Zn, Pb) в мёдах Пермского края (Россия) и федеральной земли Нижняя Саксония (Германия). По данным факторного анализа выявлено влияние биогеохимических особенностей территории и физико-химических свойств почвенного покрова на формирование минерального состава мёдов. Минеральный состав мёда является важным экологическим фактором, являясь источником макро- и микроэлементов в питании медоносных пчёл. Минеральный состав мёда может использоваться для определения географического происхождения мёда, оценки его натуральности, безопасности, а также для выявления фальсификаций.

Ключевые слова: медоносный ландшафт, минеральный состав мёда, геохимические аномалии, ботаническое происхождение мёда

SOIL-GEOCHEMICAL FACTORS OF FORMATION MINERAL CONTENT OF HONEY

Kaygorodov R.V., Kuleshova T.S.*Institute of natural science of Perm state university, Perm, e-mail: r.kaigorodov@yandex.ru*

The migration of mineral elements in melliferous landscapes was investigated. Content of mineral element in honeys of natural and anthropogenic geochemical anomalies with positive and negative character was studied. Trace elements measurements were performed using Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry (ICP OES). According to long-term researches the background content of some trace elements (Co, Cu, Ni, Zn, Pb) in 45 samples of honey from Perm Region (Russia) and in 40 samples of honey from Lower Saxony (Germany) is calculated. According to the factorial analysis influence of biogeochemical features of the territory on formation mineral composition of honey is revealed. Influence of a floral origin on accumulation of trace elements Co, Cu, Ni, Zn, Pb in honey is not established. The mineral content of honey is an important ecological factor, being a source macro- and trace elements for honey bees. The trace elements content in honey can be used for definition of geographical origin of honey, environmental exposition of honey plant sources, assessment of naturalness of honey, safety and for identification of falsifications.

Keywords: melliferous landscape, mineral content of honey, geochemical anomalies, botanical origin of honey

Минеральный состав мёда изучается главным образом для контроля над содержанием токсичных элементов (As, Cd, Hg, Pb), необходимым для обеспечения безопасности потребителей при использовании мёда в пищу.

Формирование минерального состава мёда во многом определяется природно-климатическими, геоботаническими и антропогенными факторами, действующими в медоносном ландшафте. Продукты пчеловодства являются компонентами пищевой цепи медоносных пчёл, и в их составе могут определенным образом отражаться биогеохимические особенности территории медосбора. Фундаментальных исследований геохимии медоносных ландшафтов в настоящее время практически не ведется. Изучение минерального состава мёда в связи с другими компонентами ландшафта, такими как подстилающие породы, почва и медоносные растения, может дать глубокое представление о процессах миграции

химических элементов в природных и природно-антропогенных ландшафтах и о биогеохимических факторах формирования свойств продуктов пчеловодства.

Взаимосвязь геохимических особенностей территории медосбора и минерального состава мёда в настоящее время практически не изучена.

Цель наших исследований – установить особенности накопления некоторых микроэлементов и тяжелых металлов (Cu, Co, Ni, Pb, Zn) в мёдах, собранных в ландшафтах с разной геохимической обстановкой, и выявить факторы формирования минерального состава мёдов.

Исследования проводятся при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках базовой части госзадания № 2014/153.

Материал и методы исследования

Было исследовано содержание элементов Cu, Co, Ni, Pb, Zn в мёдах, полученных на территориях

с повышенным геохимическим фоном (Пермский край, Россия) и с пониженным геохимическим фоном (Нижняя Саксония, Германия).

В пределах исследуемых регионов отбор и исследования проб проводились с 2006 по 2012 гг. в экосистемах с разным уровнем антропогенной нагрузки: особо охраняемые природные территории, естественные территории, сельскохозяйственные ландшафты, урбанизированные территории. В Пермском крае за период исследований собрано и проанализировано 45 образцов мёда, отобранных на территории городов Пермь, Чайковский, Чернушка, в районе ст. Ферма (Пермский район), в заказнике «Предуралье», в муниципальных районах Пермского края (Большеосновский, Кунгурский, Октябрьский) на естественных участках и на территориях природных геохимических аномалий.

На территории Нижней Саксонии отобраны 40 проб мёда: г. Люнебург, ООПТ «Люнебургская пустошь», памятник природы «Маасский липовый лес», пасеки естественных и сельскохозяйственных территорий.

Ландшафты ООПТ «Люнебургская пустошь» характеризуются специфическими биогеохимическими условиями. Уникальные экосистемы ООПТ «Люнебургская пустошь» обладают крайне низким содержанием гумуса, макроэлементов, высокой кислотностью почвы (рН 3–3,5) и повышенной подвижностью микроэлементов. Доминирующим видом растений здесь выступает вереск обыкновенный (*Calluna vulgaris* (L.) Hull), образующий специфические растительные сообщества, именуемые вересковые пустоши [4].

Качество и натуральность образцов мёда подтверждали по уровню ферментативной активности (диастазное число) стандартным методом Шаде.

Данные по ботаническому происхождению мёда предоставлены аккредитованной испытательной лабораторией ООО «Центр исследований и сертификации «Федерал» (г. Пермь). Ботаническое происхождение мёда определялось согласно ГОСТ Р 52940-2008 «Мёд. Метод определения частоты встречаемости пыльцевых зёрен».

Содержание минеральных элементов в мёде определяли после микроволнового разложения методом оптической эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой (ICP-OES) на приборе Perkin Elmer 3300 RL и Perkin Elmer 7000 DV на базе Института экологической химии университета Leuphana (г. Люнебург, Германия) и в лаборатории экотоксикологии Учреждения РАН «Тобольская биостанция» (г. Тобольск, Россия).

Статистическую обработку данных проводили в программах Sigma Plot 11.0 и Statistika v. 10 с использованием методов описательной статистики, дисперсионного и факторного анализов.

Результаты исследования и их обсуждение

Согласно данным многолетних ландшафтно-геохимических исследований [1, 2] на территории Пермского края выделена 21 комплексная эколого-геохимическая аномалия с превышением кларков, ПДК и ОДК в верхнем горизонте почвы и снежном покрове по 20 элементам (As, Ba, Be,

Cd, Co, Cr, Cu, Ga, Mo, Mn, Ni, P, Pb, Sb, Sn, Sr, Ti, V, Zn, Zr). Большинство аномалий носят природный характер и формируются под действием структурно-тектонических, неотектонических, физико-географических, физико-химических и других естественных причин. Некоторые геохимические аномалии Пермского края носят локальный техногенный и природно-техногенный характер и приурочены к населенным пунктам, автомобильным и железным дорогам, промышленным и другим антропогенным объектам [2].

В Европе и в частности в северной части Германии, где проводились наши исследования, в медоносных ландшафтах складывается совершенно иная ландшафтно-геохимическая обстановка. Исследуемые территории Нижней Саксонии характеризуются низкими (ниже кларков литосферы) концентрациями микроэлементов (As, Ba, Cd, Co, Cr, Cs, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Sr, Tl, V, W, Zn, U) в верхних горизонтах почвы.

Лишь в локальных областях Европы (1–4% территории Европы) имеются положительные геохимические аномалии, связанные с горнорудными районами, с урановыми месторождениями, с карбонатными почвообразующими породами, с воздействием сельскохозяйственных удобрений и урбанизированными ландшафтами [5].

Минеральный состав мёда формируется при участии целого ряда факторов. Главными источниками минеральных элементов в мёде служат нектар и пыльца медоносных растений. Определенное влияние на содержание минеральных элементов в мёде оказывает его ботаническое происхождение. В некоторых работах [3] установлено, что микроэлементы Ni, Fe, Mn могут служить маркерами ботанического происхождения мёда и использоваться для его классификации. Отмечается, что падевые мёды отличаются от цветочных мёдов более высоким содержанием минеральных элементов.

Микроэлементы могут поступать непосредственно в мёд или через отдельные компоненты медоносных ландшафтов из антропогенных источников загрязнения путём атмосферного переноса [3]. Часть металлов поступает в продукты пчеловодства из пчеловодческого инвентаря и при использовании ветеринарных препаратов для лечения пчёл.

Многие минеральные элементы в медоносных ландшафтах являются компонентами горных пород и почвенных минералов. При выветривании и дальнейшей биогеохимической миграции микроэлементы могут поступать в пищевую цепь медоносных пчёл и продукты пчеловодства.

Данные по содержанию микроэлементов в мёдах Пермского края и Нижней Саксонии приведены в табл. 1.

Полученные данные подчинялись нормальному распределению, достоверность результатов подтверждена по критерию

Стьюдента (в таблице не приводится) на 95 % уровне вероятности. Достоверность различий в содержании элементов в мёдах Пермского края и Нижней Саксонии подтверждали по критерию Фишера (F) и по наименьшей существенной разности (НСР).

Таблица 1

Содержание микроэлементов в мёдах Пермского края и Нижней Саксонии, мг/кг

Территория (ботаническое происхождение)	n	Элемент				
		Co	Cu	Ni	Pb	Zn
Пермский край (липа, клевер)	45	0,31 ± 0,08	1,52 ± 0,86	0,61 ± 0,20	1,74 ± 0,78	1,55 ± 1,14
Нижняя Саксония (липа, вереск)	40	0,25 ± 0,09	0,89 ± 0,46	0,57 ± 0,15	0,39 ± 0,03	0,89 ± 0,59
Статистические параметры	F _{оп}	6,74	12,61	0,03	85,14	6,36
	F _{ст}	2,45	4,45	2,35	4,56	3,18
	НСР	0,05	0,41	–	0,30	0,52

Средние значения, полученные для элементов, можно рассматривать в качестве фоновых, поскольку точки отбора проб охватывают большую часть исследуемых регионов и включают в себя участки с разной экологической и геохимической обстановкой. Как видно из таблицы 1, фоновое содержание микроэлементов в мёдах Пермского края достоверно выше, чем в мёдах из Нижней Саксонии. Исключение составляет Ni, содержание которого в мёдах изученных территорий существенных различий не проявляет.

В наших исследованиях мёды относились к следующим монофлорным сортам: липовый, клеверный и вересковый. Содержание металлов в мёдах разного ботанического происхождения, но полученных на одних территориях сбора, достоверных различий не показало. Таким образом, ботаническое происхождение мёда существенного влияния на содержание Cu, Co, Ni, Pb, Zn не оказало.

Содержание Pb в мёде согласно гигиеническим требованиям нормативных документов не должно превышать 5 мг/кг. В исследованных образцах мёда превышения допустимого содержания не установлено. Повышенное относительно фоновых значений содержание свинца отмечено в мёдах антропогенных и естественных геохимических аномалий Пермского края.

Для выявления закономерностей формирования минерального состава мёдов в исследованных ландшафтах был проведен факторный анализ данных по содержанию минеральных элементов в мёдах. Было установлено влияние двух факторов на содержание микроэлементов и тяжелых металлов в мёдах (табл. 2).

Таблица 2

Результаты факторного анализа данных по содержанию микроэлементов в мёдах Пермского края и Нижней Саксонии

Элемент	«Фактор 1»	«Фактор 2»
Co	0,87	0,17
Cu	0,86	0,34
Ni	0,42	0,74
Pb	0,76	0,49
Zn	0,26	0,70

«Фактор 1» достоверно влияет на накопление в мёдах элементов Co, Cu, Pb и не существенен для Ni и Zn. Сравнительный анализ данных по характеру содержания металлов Co, Cu, Pb в мёдах отдельных территорий позволил идентифицировать «Фактор 1» как влияние геохимических условий территорий медосбора. В мёдах Пермского края повышенное содержание Co, Cu, Pb установлено на территориях естественных геохимических аномалий (Осинский и Большесосновский районы) и в урбанизированных экосистемах (г. Пермь и прилегающие территории, г. Чернушка).

«Фактор 2» оказывает влияние на содержание Ni и Zn в мёде и слабо воздействует на миграцию Co, Cu, Pb в системе «ландшафт – мёд». В качестве «Фактора 2» мы рассматриваем физико-химические особенности почвенного покрова медосборных ландшафтов. Повышенное содержание Zn и Ni установлено в вересковых мёдах ООПТ Нижней Саксонии «Люнебургская пустошь» и липовых мёдах с территории памятника природы «Маасский липовый

лес», ландшафты которых характеризуются высокой кислотностью почв (рН ниже 5), легким гранулометрическим составом и повышенной подвижностью микроэлементов. Содержание Zn и Ni в медах антропогенных участков Нижней Саксонии было ниже, чем на территориях с повышенной кислотностью почв.

Геохимические условия и физико-химические факторы медоносных ландшафтов существенным образом влияют на минеральный состав медов, что может быть использовано для диагностики географического происхождения медов, диагностики качества и безопасности мёда.

Выводы

1. Геохимические условия территорий медосбора, оказывая влияние на химический состав компонентов медоносных ландшафтов, отражаются на минеральном составе медов.

2. Фоновое содержание микроэлементов Cu, Co, Ni, Pb, Zn в медах положительных геохимических аномалий Пермского края достоверно выше, чем в медах с территории отрицательных геохимических аномалий земли Нижняя Саксония (Германия).

3. Физико-химические свойства почвенного покрова в медосборных ландшафтах, оказывая влияние на подвижность элементов, являются одним из ведущих факторов формирования минерального состава мёда.

4. Ботаническое происхождение мёда не оказало существенного влияния на содержание в мёде элементов Cu, Co, Ni, Pb, Zn.

5. Минеральный состав мёда наряду со стандартными показателями может служить критерием натуральности и безопасности мёда и использоваться в определении его географического происхождения.

Список литературы

1. Ибламинов Р.Г. Экологическая геохимия Пермского края – становление и перспективы // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. – Пермь, 2007. – Вып. 10 – С. 306 – 313.
2. Копылов И.С. Особенности геохимических полей и литогеохимические аномальные зоны Западного Урала и Приуралья // Вестн. Перм. ун-та. Геология. – 2011. – Вып. 1 (10). – С. 26–37.
3. Bogdanov S., Haldimann M., Luginbühl W., Gallmann P. Minerals in honey: environmental, geographical and botanical aspects // Journal of Apicultural Research and Bee World. – 2007, Vol. 46(4). – P. 269–275.
4. Herrmann, M., Pust, J. & Pott, R. Leaching of nitrate and ammonium in heathland and forest ecosystems in northwest Germany // Plant and Soil. – 2005. – Vol. 273. – P. 129–137.
5. Ziegler P.A. Geological atlas of Western and Central Europe. Schell International Petroleum Maatschappij B.V., Netherlands. – 1990. – 239 p.

References

1. Iblaminov R.G. *Problemy mineralogenii, petrografii i metallogenii*, Perm, 2008, no, 10, pp. 306–313.
2. Kopylov I.S. *Vestnik Permskogo Universiteta, Geologiya*, 2011, Vol. 1(10), pp. 26–37.
3. Bogdanov S., Haldimann M., Luginbühl W., Gallmann P. Minerals in honey: environmental, geographical and botanical aspects // Journal of Apicultural Research and Bee World. 2007, 46(4). pp. 269–275.
4. Herrmann M., Pust, J. & Pott, R. Leaching of nitrate and ammonium in heathland and forest ecosystems in northwest Germany // Plant and Soil. 2005. Vol. 273. pp. 129–137.
5. Ziegler P.A. Geological atlas of Western and Central Europe. Schell International Petroleum Maatschappij B.V., Netherlands. 1990. 239 p.

Рецензенты:

Боронникова С.В., д.б.н., профессор, заведующая кафедрой ботаники и генетики растений, ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», г. Пермь;

Ерёмченко О.З., д.б.н., профессор, заведующая кафедрой физиологии растений и микроорганизмов, ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», г. Пермь.

Работа поступила в редакцию 26.11.2014.

УДК 574.24

ИЗМЕНЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПШЕНИЦЕ ПОД ДЕЙСТВИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ ЖЕЛЕЗА С ГУМИНОВЫМИ КИСЛОТАМИ

Лебедев С.В., Осипова Е.А.*ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет»,
Оренбург, e-mail: kudryavceva.elen@mail.ru*

Статья посвящена оценке изменения элементного состава растений *Triticum vulgare Vill* под воздействием сферических наночастиц железа Fe^0 (диаметром 80 ± 5 нм) и наночастиц магнетита Fe_3O_4 (шириной 50–80 нм и высотой 4–10 нм), а также растворов сульфата железа (II) и сульфата железа (III) в присутствии гуминовых кислот, выделенных из бурого угля Тюльганского месторождения. Растения выращивали в водных растворах этих веществ с концентрациями железа (г/л): 0,1; 0,01; 0,001 и 0,0001, добавляя к каждой пробе водный раствор гуминовых кислот с концентрацией 1 г/л. Элементный состав растений определяли на 7, 14 и 21 дни. В качестве контрольных образцов брали растения, выращенные в водной среде с гуминовой кислотой (1 г/л) без добавления железа. В результате исследования достоверно установлено, что во всех образцах к 7 дню количество свинца и кадмия меньше, чем в контроле. К 14 дню наименьшее содержание свинца наблюдается в опыте с наночастицами магнетита при концентрации $1 \cdot 10^{-3}$ г/л, что на 50% ниже, чем в контрольном образце ($p > 0,91$). В условиях нехватки питательных элементов к 21 дню добавление ионных форм железа приводит к увеличению количества свинца в 2 (при концентрациях Fe^{2+} и Fe^{3+} 0,001 г/л) – 2,7 раза ($1 \cdot 10^{-4}$ г/л Fe^{2+}) ($p > 0,95$) по сравнению с контролем. При этом наночастицы железа продолжают снижать показатель биологического накопления свинца до 45% при содержании железа $1 \cdot 10^{-4}$ г/л в виде Fe^0 и Fe_3O_4 ($p > 0,94$). Количество кадмия к 14 дню во всех экспериментальных образцах практически одинаковое. К 21 дню добавление ионных форм железа способствует увеличению содержания кадмия в 1,5–1,75 раза, при этом наночастицы железа уменьшают его содержание на 25%. Количество мышьяка в растениях под действием железа практически не изменяется. Таким образом, наночастицы железа можно использовать для снижения негативного воздействия от свинца и кадмия при производстве экологически чистой продукции.

Ключевые слова: железо, свинец, кадмий, мышьяк, наночастицы, гуминовые кислоты, пшеница

CHANGING THE QUANTITY OF HEAVY METALS IN WHEAT UNDER DIFFERENT FORMS OF IRON WITH HUMIC ACID

Lebedev S.V., Osipova E.A.*Federal State Educational Government-financed Institution of Higher Professional Education
«Orenburg State University», Orenburg, e-mail: kudryavceva.elen@mail.ru*

Article evaluates changes in the elemental composition of plants *Triticum vulgare Vill* under the influence of the spherical iron nanoparticles Fe^0 (diameter of 80 ± 5 nm) nanoparticles of magnetite Fe_3O_4 (50–80 nm in width and a height of 4 to 10 nm), as well as solutions of iron sulfate (II) and sulfate, iron (III) in the presence of humic acid extracted from lignite Tyulgansky field. Plants were grown in aqueous solutions of these substances in concentrations of iron (g/l): 0.1; 0.01; 0.001 and $1 \cdot 10^{-4}$ to each sample by adding an aqueous solution of humic acid with a concentration of 1 g/l. The elemental composition of the plants was determined on days 7, 14 and 21 days. As controls, samples were taken plants grown in an aqueous medium with a humic acid (1 g/l) without the addition of iron. The study is well established that in all the samples to 7 day lead and cadmium levels lower than in the control group. By day 14, the lowest lead levels observed in the experiment with magnetite nanoparticles at a concentration of $1 \cdot 10^{-3}$ g/l, which is 50% lower than in the control sample ($p > 0,91$). Given the lack of nutrients by day 21 adding ionic forms of iron leads to increased amounts of lead 2 (at concentrations of Fe^{2+} and Fe^{3+} 0.001 g/l) – 2.7 times ($1 \cdot 10^{-4}$ g/l Fe^{2+}) ($p > 0,95$) compared with the control. At the same time continue to reduce iron nanoforms indicator bioaccumulation of lead and 45% for iron content $1 \cdot 10^{-4}$ g/l as Fe^0 and Fe_3O_4 ($p > 0,94$). Amounts of cadmium by day 14 in all experimental samples are practically identical. By day 21, the addition of ionic forms of iron contributes to increase the cadmium content of 1.5–1.75 times, while nanoforms reduce its iron content of 25%. Amount of arsenic in plants under the action of the iron remains practically unchanged. Thus, nanoforms iron can be used to reduce the effects of lead and cadmium in the production of environmentally friendly products.

Keywords: iron, lead, cadmium, arsenic, nanoparticles, humic acids, wheat

Развитие промышленности и наноиндустрии приводит к тому, что поток высокодисперсных частиц и количество тяжелых металлов, поступающих в окружающую среду, постоянно возрастает.

Многие из тяжелых металлов способны оказывать отрицательное влияние на растения, животных и человека, если

концентрация их доступных форм превышает определенные пределы. Влияние высокодисперсных частиц на живые организмы до настоящего времени изучено недостаточно, что подтверждается большим объемом часто противоречивых данных об их влиянии на природные компоненты [1, 6, 13].

Большое значение для специфической адсорбции тяжелых металлов имеет органическое вещество почв. Комплексы тяжелых металлов с гуминовой кислотой образуются во много раз лучше, чем с фульвокислотами. Гуминовые кислоты – один из основных природных сорбентов, контролирующих биодоступность и транспорт токсичных металлов в природных объектах [8]. Из всех ионов металлов наибольшее удержание гуминовой кислотой наблюдается у железа, меди и цинка [8, 11].

Железо является биогенным элементом, так как принимает участие в окислительных процессах и входит в состав ферментов [5]. Содержание железа в почвах варьируется в пределах 2–3 % от ее массы. Однако большая часть минеральных соединений железа находится в почвах в недоступной форме, так как железо образует наиболее прочные комплексы с гуминовыми кислотами [8, 11]. Этот процесс может сопровождаться высвобождением других тяжелых металлов.

Внесение железа в почву не приводит к ожидаемому биологическому эффекту, что связано с быстрым его переходом в окисленную форму – недоступную для растений. В связи с выявленной биологической активностью соединений железа наиболее эффективным методом повышения урожайности культурных растений является фолиарная подкормка растворами органических (в основном хелатов) или неорганических соединений железа. В настоящее время актуальным вопросом является использование различных форм железа (наноформа и ионная) для улучшения посевных качеств семян и повышения урожайности [7] и снижения количества других небιοгенных элементов.

Пахотные земли ряда областей РФ подвержены загрязнению мышьяком, свинцом и кадмием [14]. Поступающие из почвенных растворов токсичные элементы накапливаются в корневой системе и в других органах растений. Через почву по цепям питания эти элементы могут поступать в организм животных и человека [10]. Поэтому особую актуальность приобретает проблема снижения последствий техногенного воздействия на природные объекты и обеспечение получения экологически чистой растениеводческой продукции [9].

Гуминовые кислоты способны в значительной мере трансформировать тяжелые металлы в малоподвижные формы, ограничивая их доступность растениям. Разработка экологических методов детоксикации почв с использованием сорбентов природного происхождения является перспективным направлением научных исследований [15]. Сегодня возлагаются большие надеж-

ды на инновационные препараты для растениеводства, основанные на использовании высокодисперсных частиц [2].

Таким образом, целью исследования явилось сравнительное изучение биологической активности наночастиц и ионных форм железа в присутствии гуминовых кислот в тесте прорастания семян пшеницы *Triticum vulgare Vill* с оценкой изменения количества свинца, кадмия и мышьяка в растительной массе.

Материалы и методы исследования

Объектом воздействия различных форм железа являлись семена озимой пшеницы *Triticum vulgare Vill.*, не обработанные протравителями. Предназначенные для проращивания семена предварительно прогревали при температуре 34 °C в течение 7 суток в термостате [3].

При проведении исследования использовали водные растворы гуминовых кислот (ГК), выделенных из бурого угля Тюльганского месторождения [10], растворы сферических наночастиц железа Fe⁰ (диаметром 80 ± 5 нм) (Институт энергетических проблем химической физики РАН, Россия), сульфата железа (II) и сульфата железа (III), а также водные растворы синтезированных наночастиц магнетита Fe₃O₄, которые имеют слегка сплюснутую шарообразную форму шириной от 50 до 80 нм и высотой от 4 до 10 нм [7].

Суспензию наночастиц железа и магнетита, а также растворы сульфата железа (II) и сульфата железа (III) с концентрациями по железу 0,1 г/л готовили, растворяя определенную навеску в дистиллированной воде и обрабатывая их ультразвуком в течение 15 минут. Менее концентрированные растворы 0,01; 0,001 и 0,0001 г/л получали разбавлением дистиллированной водой. Приготовленными растворами поливали семена озимой пшеницы *Triticum vulgare Vill*, добавляя к каждой пробе водный раствор ГК с концентрацией 1 г/л. Контрольные образцы растений выращивали в водной среде с ГК (1 г/л) без добавления железа. Подготовленные таким образом опытные и контрольные пробы оставляли при комнатной температуре на проращивание. Повторность опыта трехкратная.

Определение элементного состава растений проводили на седьмые, четырнадцатые и двадцать первые сутки эксперимента. Содержание трех токсичных элементов: As, Cd и Pb – определяли в лаборатории АНО «Центр биотической медицины», г. Москва, аккредитованной в Федеральном центре Госсанэпиднадзора при МЗ РФ (аттестат аккредитации ГСЭН. RU.ЦОА.311), методами атомной эмиссионной спектроскопии с индукционно связанной аргоновой плазмой (АЭС – ИСП) и масс-спектрометрии с индуктивно связанной аргоновой плазмой (МС – ИСП) на приборах Optima 2000 DV и Elan 9000 (Perkin Elmer, США).

Все эксперименты выполняли в трех биологических и трех аналитических повторностях. Результаты обрабатывали с помощью компьютерных программ Microsoft Excel и представляли в виде средних арифметических со стандартным отклонением. Статистическую значимость различий между контролем и опытом оценивали по t-критерию Стьюдента [12]. Различия считали статистически значимыми при p > 0,90.

Для интерпретации результатов по количеству поглощенных токсичных элементов был рассчитан коэффициент биологического поглощения (КБП),

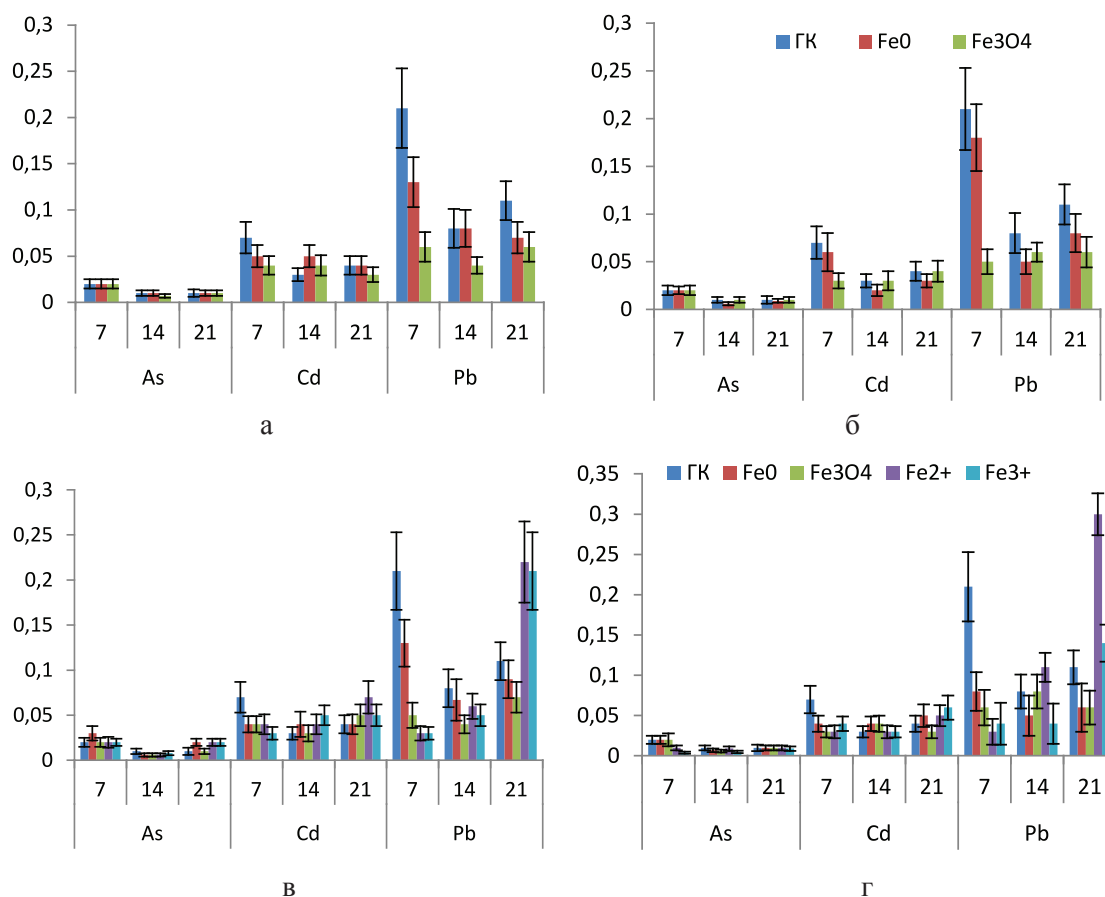
который находили как отношение количества металлов в побегах к их количеству в гуминовой кислоте. Выделенные гуминовые кислоты изначально содержат железо (719 ± 108 мкг/г) и небольшие количества кадмия ($0,007 \pm 0,0014$ мкг/г), свинца ($0,72 \pm 0,087$ мкг/г) и мышьяка ($0,23 \pm 0,027$ мкг/г).

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ данных по количеству поглощенных токсичных элементов растениями вида *Triticum vulgare* Vill показал, что в течение времени в зависимости от количества внесенного железа и его формы происхо-

дит изменение содержания свинца, кадмия и мышьяка в надземной части растения.

Достоверно установлено, что по сравнению с контролем содержание свинца к 7 дню снижается под воздействием наночастиц железа Fe^0 до 61 % ($C(\text{Fe}^0) = 1 \cdot 10^{-4}$ г/л) $p > 0,99$. Снижение количества свинца до 76 % при доверительной вероятности 0,99 наблюдается в опыте с добавлением 0,001 г/л железа в виде наночастиц магнетита (КБП = $0,05 \pm 0,002$). Введение ионных форм железа снижает содержание свинца от 61 % ($1 \cdot 10^{-4}$ г/л Fe^{3+}) до 85 % (при 0,001 г/л Fe^{2+}) при $p > 0,99$ (рисунок).



Содержание мышьяка, кадмия и свинца (мкг/г) в надземной части сухого растения *Triticum vulgare* Vill на 7, 14 и 21 сутки в зависимости от различного количества внесенных форм железа (г/л):
а – 0,1; б – 0,01; в – 0,001; г – 0,0001

К 14 дню разница в количестве поглощенного свинца между растениями во всех опытных образцах уменьшается. Так, наименьшее содержание свинца при доверительной вероятности 0,91 наблюдается к 14 дню при концентрации наночастиц магнетита $1 \cdot 10^{-3}$ г/л ($0,04 \pm 0,01$ мкг/г), КБП при этом составляет $0,06 \pm 0,002$, что на 50 % ниже, чем в контроле. Образцы растений, выращенных при добавле-

нии наночастиц железа $C(\text{Fe}^0) = 1 \cdot 10^{-4}$ г/л, содержат свинец в количестве $0,05 \pm 0,02$ мкг/г сухого растения, что значительно ниже, чем в контроле ($0,08 \pm 0,02$ мкг/г), однако доверительная вероятность данного опыта составляет всего 77 % ($p > 0,77$). Тем не менее снижение содержания свинца скорее всего, связано с большей проникающей способностью наночастиц железа.

Очень часто сельскохозяйственные культуры высаживают на обедненных питательными веществами почвах с достаточно высоким уровнем загрязнения. Поэтому 21 день эксперимента, характеризующийся недостатком питательных элементов, имитирует реальные неблагоприятные условия.

Так, в условиях нехватки питательных элементов на 21 день добавление ионных форм железа приводит к увеличению количества свинца в 2 (при концентрации Fe^{2+} и Fe^{3+} 0,001 г/л) – 2,7 раза ($1 \cdot 10^{-4}$ г/л Fe^{2+}) по сравнению с контролем ($p > 0,95$). При этом в опытных образцах с добавлением наночастиц железа содержание свинца продолжает снижаться до 45% ($1 \cdot 10^{-4}$ г/л Fe^0 ($p > 0,95$) и Fe_3O_4 ($p > 0,94$)). Этот факт можно объяснить, тем, что растения поглощают железо в виде Fe^{2+} и Fe^{3+} . Легкая доступность этих элементов, приводит к изменению морфологии корней, ингибированию роста корневых волосков, что способствует в условиях отсутствия нужного элемента, поглощению других элементов [4].

В течение времени в растениях *Triticum vulgare* Vill происходит изменение содержания кадмия при добавлении различных форм железа. К 7 дню содержание кадмия при добавлении всех форм железа приводит к снижению этого элемента в растениях. На 14 день содержание кадмия под действием наночастиц и ионных форм железа находится примерно на одном уровне с контрольным опытом.

К 21 дню добавление ионных форм железа приводит к увеличению содержания кадмия в 1,75 раза при $\text{C}(\text{Fe}^{2+}) = 0,001$ г/л ($0,07 \pm 0,018$ мкг/г сухого растения, $p > 0,85$) и 1,5 раза при $\text{C}(\text{Fe}^{3+}) = 0,0001$ г/л ($0,06 \pm 0,015$ мкг/г сухого растения при $p > 0,73$) по сравнению с содержанием кадмия в контрольных образцах ($0,04 \pm 0,01$ мкг/г). Скорее всего, избыток возникает вследствие антагонистических взаимодействий с железом и в условиях нехватки питательных элементов. Зато содержание кадмия к 21 дню под действием наночастиц железа становится ниже на 25% при доверительной вероятности в 58 и 56% при $\text{C}(\text{Fe}^0) = 0,01$ г/л и $\text{C}(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 1 \cdot 10^{-4}$ г/л соответственно, по сравнению с контролем. Таким образом, небольшой процент доверительной вероятности полученных данных не позволяет достоверно установить влияние различных форм железа и их концентраций на поглощение ионов кадмия растениями *Triticum vulgare* Vill.

Мышь является высокоопасным химическим элементом и способен оказывать токсическое действие на растения, животных и человека. Анализ данных показывает,

что на 7 день количество мышьяка в побегах максимально во всех образцах и колеблется от 0,03 до 0,004 мкг/г сухого растения. К 14 происходит снижение до 0,01 мкг/г во всех исследуемых образцах. В условиях нехватки питательных элементов на 21 день происходит увеличение содержания мышьяка в два раза по сравнению с контролем под действием всех форм железа ($p > 0,92$) за исключением действия магнетита (0,001 г/л), при котором уровень мышьяка находится на одном уровне с контролем и составляет $0,01 \pm 0,003$ мкг/г.

Таким образом, растение *Triticum vulgare* Vill чувствительно к изменению содержания в среде железа и реагирует на это изменением состава токсичных элементов. Проникновение железа зависит от его концентрации и формы, что и определяет доступ в корневую систему растения. Избыток токсичных элементов может возникнуть вследствие синергетических, антагонистических взаимодействий с железом и в условиях нехватки питательных элементов. При добавлении различных концентраций железа и его форм происходит снижение содержания свинца, кадмия; количество мышьяка практически не меняется.

Работа выполнена в рамках Государственного задания Министерства образования и науки Российской Федерации на проведение научно-исследовательских работ (шифр заявки № 342).

Список литературы

1. Виноградов Д. Использование нанокристаллического металла железа для предпосевной обработки семян рапса / Д. Виноградов, П. Балабко // Главн. агроном. – 2011. – № 2. – С. 31–33.
2. Влияние высокодисперсных частиц различной природы на ранние стадии онтогенеза растений рапса (*Brassica napus*) / А.А. Гусев [и др.] // Науковедение. – Институт Государственного управления, права и инновационных технологий (ИГУПИТ) – 2013. – № 5. – С. 1–17.
3. ГОСТ 12038-84 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2004. – 56 с.
4. Ермакова, И.П. Физиология растений. – М.: АКАДЕМА, 2005. – С. 408–410.
5. Кабата-Пендиас А. Микроэлементы в почвах и растениях: пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
6. Кондакова К.С. Влияние ионов, нано- и микрочастиц железа на люминесценцию и рост рекомбинантного штамма *Escherichia coli* с клонированным lux-опероном *Photobacterium leiognathi* в тесте острой и хронической токсичности / К.С. Кондакова, Т.Д. Дерябина // Нанотехника. – 2012. – № 4. – С. 47–52.
7. Кудрявцева Е.А. Влияние различных форм железа на прорастание семян *Triticum aestivum* L. / Е.А. Кудрявцева, Л.В. Анилова, С.Н. Кузьмин, М.В. Шарыгина // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2013. – № 6 (155). – С. 46–48.
8. Манская С.М. Геохимия органического вещества / С.М. Манская, Т.В. Дроздова. – М.: Наука, 1964. – 314 с.

9. Москвочкина Л.И. Детоксикация загрязненных мышьяком почв природными сорбентами, их смесями и модификациями: автореф. дис. ... канд. сельскохозяйственных наук: 06.01.02 / Москвочкина Людмила Игоревна. – М., 2012. – С. 24.
10. Орлов Д.С. Практикум по химии гумуса / Д.С. Орлов, Л. А. Гришина. – М.: Изд-во МГУ, 1981. – 272 с.
11. Перминова И.В. Анализ, классификация и прогноз свойств гумусовых кислот: дис. ... д-ра хим. наук. – М. 2000. – 359 с.
12. Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика. – Минск: Вышэйш. Школа, 1973. – 320 с.
13. Рябинина З.Н. Растительный покров степей Южного Урала (Оренбургская область) / З.Н. Рябинина. – Оренбург: Издательство ОГПУ, 2003. – 224 с. ISBN 5-85859-182-5.
14. Серегина И.И. Возможность применения регуляторов роста для снижения негативного действия кадмия на рост, развитие и продуктивность яровой пшеницы // Агрохимия. – 2004. – № 1. – С. 71–74.
15. Чурсина, Е.В. Действие цинка, кадмия и свинца на продуктивность различных сортов яровой пшеницы в зависимости от уровня азотного питания при применении регулятора роста: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.04. – М., 2012. – С. 28.
6. Kondakova K.S., Deryabina T.D. *Nanotekhnika*, 2012, no. 4, pp. 47–52.
7. Kudryavtseva E.A., Anilova L.V., Kuzmin S.N., Sharygina M.V. *Bulletin of the Orenburg State University*, 2013, Vol. 6, no 155. pp. 46–48.
8. Manskaya S.M., Drozdov T.V. *Geochemistry of organic matter*. Moscow, Nauka, 1964. – 314 p.
9. Moskovkina L.I. *Detoxification of arsenic-contaminated soil by natural sorbents, blends and modifications thereof*: author. diss. ... Candidate. of agricultural sciences: 06.01.02. Moscow, 2012. pp. 24.
10. Orlov D.S. and Grishina L.A. *Workshop on the chemistry of humus*. Moscow, MGU, 1981. 272 p.
11. Perminova I.V. *Analysis, classification and prediction of properties of humic acids*: diss. ... Dr. Chem. Sciences. Moscow, 2000, 359 p.
12. Rokitsky, P.F. *Biological statistics* / P.F. Rokitsky. – Minsk: Vysheishaya. School, 1973 320 p.
13. Riabinina Z.N. *Steppe vegetation cover of the Southern Urals (Orenburg region)*. – Orenburg: Publisher Troops, 2003 224 p.
14. SerEGINA I.I. *Agrochemicals*, 2004, no 1. pp. 7–74.
15. Chursina E.V. *Effect of zinc, cadmium and lead on the productivity of different varieties of spring wheat, depending on the level of nitrogen nutrition in the application of a growth regulator*: author. diss. ... Candidate. biol. Sciences: 06.01.04. Moscow, 2012 pp. 28.

References

1. Vinogradov D., Balabko P. *Chief Agronomist*, 2011, no. 2, pp. 31–33.
2. Gusev A.A., Akimova O.A., Krutyakov Yu.A., Klimov A.I., Denisov A.N., Kuznetsov D.V., Godymchuk A.Yu., Ihalainen E.S. *Naukovedenie*, 2013, no. 5. pp. 1–17, available at: <http://publ.naukovedenie.ru>.
3. GOST 12038-84. *Seeds crops. Methods for determination of germination*. Moscow, IEC Standards Publishing House, 2004. 56 p.
4. Ermakova I.P. *Plant Physiology*. Moscow, Academia, 2005. pp. 408–410.
5. Kabata-Pendias A., Pendias X. *Trace elements in soils and plants*. Moscow, 1989. 439 p.

Рецензенты:

Рябинина З.Н., д.б.н., профессор, заведующая кафедрой ботаники и физиологии растений ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный педагогический университет», г. Оренбург;

Мирошников С.А., д.б.н., профессор, директор ГНУ ВНИИМС РОССЕЛЬХОЗАКАДЕМИИ, г. Оренбург.

Работа поступила в редакцию 26.11.2014.

УДК 612.8

ФИЗИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ КАК ФАКТОР, ВЛИЯЮЩИЙ НА ВЕГЕТАТИВНЫЙ СТАТУС ДЕВУШЕК, ПРОЖИВАЮЩИХ В СЕВЕРНОМ РЕГИОНЕ

¹Сафонова В.Р., ¹Шаламова Е.Ю., ²Багнетова Е.А.

¹БУ «Ханты-Мансийская государственная медицинская академия»,
Ханты-Мансийск, e-mail: vikasafonowa@mail.ru;

²ГОУ ВПО ХМАО – Югры «Сургутский государственный педагогический университет»,
Сургут, e-mail: e.bagnetova@gmail.com

Статья посвящена исследованию механизмов вегетативной регуляции сердечного ритма в условиях проведения ортостатической пробы по результатам спектрального анализа вариабельности ритма сердца (ВРС) у девушек с различным уровнем физической активности. В клиностазе у студенток-медиков в управлении ритмом сердца прослеживалась значительная активность парасимпатического отдела ВНС и надсегментарных отделов вегетативной регуляции; последнее, возможно, обусловлено присутствием психоэмоционального напряжения в период обучения в медицинском вузе. Для девушек, занимающихся физической культурой и спортом, показан повышенный тонус блуждающего нерва, сниженная активность подкорковых центров, что говорит об экономичности автономного контура регуляции, за который ответственен парасимпатический отдел – это, вероятно, связано с большим объемом динамических нагрузок. При проведении активного ортостаза произошло снижение суммарного абсолютного уровня активности регуляторных систем и активности парасимпатического звена регуляции. Понижение вагусной активности регуляции ритма сердца привело к доминированию симпатических механизмов регуляции сердечного ритма у девушек обеих групп. Таким образом, ослабление деятельности рабочих структур автономного контура регуляции при ортостатическом воздействии привело к включению в процесс управления ритмом сердца центрального контура регуляции.

Ключевые слова: студентки, вегетативная регуляция, ритм сердца, физическая активность

PHYSICAL ACTIVITY AS A FACTOR INFLUENCING THE VEGETATIVE STATUS OF GIRLS LIVING IN THE NORTHERN REGION

¹Safonova V.R., ¹Shalamova E.Y., ²Bagnetova E.A.

¹State Educational Institution of Khanty-Mansiysk State Medical Academy,
Khanty-Mansiysk, e-mail: vikasafonowa@mail.ru;

²Surgut State Pedagogical University, Surgut, e-mail: e.bagnetova@gmail.com

The article dedicated to the mechanisms of autonomic regulation of the heart rhythm in conditions of orthostatic test by the results of spectral analysis of heart rate variability (HRV) of the girls with different levels of physical activity. In the position of the body of lying by the students of the medical school in the course of control process of the cardiac rhythm we have seen significant activity of the parasympathetic division of the ANS and suprasegmental divisions of the autonomic regulation; the last, probably is the cause to the presence of mental and emotional stress during training in medical school. Girls engaged in physical culture and sport found an increased vagal tone, decreased activity of the subcortical centers, which indicates the efficiency of autonomous regulatory circuit, which is responsible for the parasympathetic division – this is probably related to the large volume of dynamic loads. During the active orthostatic test was a decrease of the total of the absolute level of activity of regulatory systems and parasympathetic activity regulation. By the girls in both groups, we observed a decrease in vagal activity in the regulation of heart rate, which led to the dominance of the sympathetic regulation mechanisms. Thus, the weakening of the working structures of the autonomous regulatory circuit with orthostatic exposure led to the inclusion in the management of heart rhythm central regulation.

Keywords: students, autonomic regulation, heart rate, physical activity

Территорию Ханты-Мансийского автономного округа – Югры относят к гипокомфортным природным зонам. Климатогеографические факторы региона предъявляют ка адаптивным механизмам организма человека значительные требования. Студенческая молодежь испытывает сочетанное воздействие факторов, связанных с образовательным процессом, и природно-климатических условий. Интенсивность учебной нагрузки в медицинском вузе, усвоение значительного объема

учебного материала в сложных условиях природно-антропогенной среды неизбежно предъявляет дополнительные требования к жизнеобеспечивающим системам организма, приводит к напряжению механизмов адаптации и возрастанию негативных тенденций в состоянии здоровья [6, 9]. В этой связи особый интерес представляет исследование влияния повседневной физической активности на процессы адаптации и жизнедеятельность человека в условиях северного региона [11].

Адаптация организма к воздействию различных факторов окружающей среды (в том числе к физическим нагрузкам) в значительной мере связана с реакциями сердечно-сосудистой системы и ее регуляторными механизмами. Сердце является весьма чувствительным индикатором всех протекающих в организме процессов. Ритм его сокращений, регулируемый симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы (ВНС), реагирует на любые стрессорные воздействия [1, 5, 7]. Исследование вариабельности ритма сердца (ВРС) в ортостатической пробе позволяет судить о состоянии различных звеньев ВНС, регулирующих сердечную деятельность, и в целом об адаптационных возможностях организма [4, 5].

Роль физических нагрузок в становлении регуляторных механизмов деятельности сердечно-сосудистой системы (ССС) очевидна. Имеются работы, в которых показано, что в покое у молодых людей, занимающихся спортом, наблюдаются выраженная брадикардия, повышенный тонус блуждающего нерва, сниженная активность подкорковых центров, что говорит о высокой экономичности автономной регуляции, отсутствии централизации управления сердечным ритмом [8].

Исходя из вышесказанного, целью исследования явилось изучение механизмов вегетативной регуляции сердечного ритма в ортостатическом тестировании девушек в зависимости от уровня их привычной физической активности.

В исследовании приняли участие девушки, занимающиеся физической культурой и спортом (ФК и С) (I группа), и студентки лечебного факультета Ханты-Мансийской государственной медицинской академии (ХМГМА) (II группа), не имевшие хронических заболеваний и не болевшие последние две недели перед обследованием. Всего было обследовано 108 девушек в возрасте от 17 до 23 лет.

Показатели ВРС в ходе проведения активной ортостатической пробы регистрировались при помощи пульсоксиметра «ЭЛОКС-01С2», разработанного и изготовленного ЗАО ИМЦ «Новые приборы», г. Самара, Россия, и программы «ELOGRAPH» (Калакутский Л.И., Еськов В.М., 2002–2010), которая отображает исследуемые показатели в режиме реального времени с одновременным построением гистограммы распределения длительности кардиоинтервалов. Параметры ВРС регистрировались в одинаковых условиях, в отдельной звукоизолированной лаборатории в отсутствии лиц, не принимавших непосредственного участия в обследовании. Для изучения вегетативной регуляции сердечного ритма в процессе срочной адаптации к внешним

воздействиям применяли активную ортостатическую пробу (АОП).

В исследовании применяли короткую (5 минут) запись кардиоритмограммы, использовали спектральные методы анализа ВРС. Были проанализированы следующие показатели: HF, мс^2 – мощность спектральной плотности в высокочастотном диапазоне (0,15–0,4 Гц); LF, мс^2 – мощность спектральной плотности в низкочастотном диапазоне (0,04–0,15 Гц); VLF, мс^2 – мощность спектральной плотности в «очень» низкочастотном диапазоне ($\leq 0,04$ Гц); Total Power (TP) – общая мощность спектра; HF, % – мощность высоких частот в процентах; LF, % – мощность низких частот в процентах; VLF, % – мощность «очень» низких частот в процентах; LFnorm, усл. ед.; HFnorm усл. ед.; LF/HF, усл. ед. – индекс вагосимпатического взаимодействия; IC – индекс централизации.

Результаты исследования были подвергнуты статистической обработке с использованием программы Statistica 8.0 с учетом нормальности распределения признака. Нормальность распределения измеренных переменных проверяли при помощи теста Колмогорова – Смирнова. Сравнение двух независимых выборок проводили с помощью непараметрического критерия Манна – Уитни. Описательная статистика была представлена следующими показателями: среднее значение (M), медиана (Me), первый (Q_1) и третий (Q_3) квантили. Критический уровень значимости (p) в работе принимался равным 0,05; значение вероятности, имеющее шесть и более нулей после запятой, записывалось как $p < 0,001$.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты спектрального анализа вариабельности ритма сердца, полученные в ходе записи в клино- и ортостазе у студентов медицинского вуза и девушек, занимающихся ФК и С, представлены в таблице.

При описании результатов спектрального анализа ВРС у девушек в первую очередь обратили внимание на несущественные изменения величины критерия VLF при ортостатическом тестировании, продемонстрированные в обеих выборочных совокупностях.

Амплитуда VLF тесно связана с психоэмоциональным напряжением и функциональным состоянием коры головного мозга [1]. Мощность «очень» низкочастотной составляющей спектра (медленные колебания 2-го порядка) характеризует активность симпатического отдела ВНС, в частности более сложные влияния со стороны надсегментарного уровня регуляции. Средние характеристики показателя VLF,

представленного в абсолютных цифрах и в виде относительной величины (в процентах от суммарной мощности спектра), в условиях выполнения АОП незначительно изменились у представительниц II группы ($p = 0,224$ для VLF, мс²; $p = 0,102$ для

VLF, %). У девушек из I группы для абсолютного значения критерия VLF ($p = 0,191$ для VLF, мс²) наблюдали незначимые изменения, в то время как его процентный вклад в общую мощность спектра существенно возрастал ($p = 0,022$ для VLF, %).

Показатели спектрального анализа ВРС у девушек, занимающихся ФК и С ($n = 88$), и студентов медицинского вуза ($n = 88$) в условиях выполнения АОП

Показатели	Группы	Запись	M	Me	Q_1	Q_3	P
1	2	3	4	5	6	7	8
VLF, мс ²	I	ФОН	2004,80	1900,00	1503,00	2756,00	0,191
		АОП	1627,15	1228,00	1016,00	2833,00	
	II	ФОН	3588,07	2745,00	1261,00	4431,50	0,224
		АОП	3244,10	2300,50	1365,50	4248,00	
LF, мс ²	I	ФОН	2366,10	2019,00	1816,50	3163,50	1,00
		АОП	2526,25	1715,50	876,00	3022,00	
	II	ФОН	2975,60	2612,00	1440,50	3817,00	0,0352
		АОП	3796,38	2722,00	1337,00	4985,50	
HF, мс ²	I	ФОН	4277,10	4456,00	2283,00	4759,50	0,000089
		АОП	1189,30	1124,00	704,50	1338,00	
	II	ФОН	4306,94	2664,000	1361,50	6196,50	< 0,001
		АОП	1518,63	800,000	416,000	1472,00	
TP, мс ²	I	ФОН	8648,00	9107,00	6790,00	9524,50	0,0089
		АОП	5432,55	3923,50	3016,00	5928,50	
	II	ФОН	10712,35	8304,50	4722,00	14017,00	0,0021
		АОП	8562,33	6356,00	3675,00	11472,50	
LFnorm	I	ФОН	37,25	37,50	30,00	46,00	0,000089
		АОП	60,70	63,00	44,00	77,00	
	II	ФОН	46,14	46,00	36,50	58,00	< 0,001
		АОП	73,81	74,50	67,00	82,00	
HFnorm	I	ФОН	62,75	62,50	54,00	70,00	0,000089
		АОП	39,30	37,00	23,00	56,00	
	II	ФОН	53,86	54,00	42,00	63,50	< 0,001
		АОП	26,53	25,50	18,00	33,50	
VLF, %	I	ФОН	23,91	26,62	16,01	31,11	0,022
		АОП	31,18	30,93	24,83	33,68	
	II	ФОН	40,01	32,39	19,99	44,49	0,102
		АОП	39,48	38,10	26,53	50,48	
LF, %	I	ФОН	28,46	29,49	20,80	35,26	0,0024
		АОП	41,59	45,37	29,04	53,48	
	II	ФОН	32,19	28,38	21,02	36,69	< 0,001
		АОП	44,88	45,13	35,18	55,45	
HF, %	I	ФОН	47,62	47,72	41,04	48,92	0,000089
		АОП	27,21	24,63	15,64	37,26	
	II	ФОН	38,04	35,86	24,33	48,27	< 0,001
		АОП	15,60	13,60	10,01	18,97	
LF/HF, усл. ед	I	ФОН	0,657	0,596	0,425	0,848	0,000089
		АОП	2,38	1,71	0,779	3,436	
	II	ФОН	1,09	0,86	0,56	1,41	< 0,001
		АОП	3,90	2,89	2,02	4,54	

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
ИС, усл. ед	I	ФОН	1,21	1,09	1,04	1,44	0,000089
		АОП	3,98	3,06	1,68	5,39	
	II	ФОН	2,54	1,82	1,07	3,15	0,0181
		АОП	7,43	6,35	4,27	8,92	

Пр и м е ч а н и е. Среднее значение (М), медиана (Ме), первый (Q_1) и третий (Q_3) квартили; р – достигнутый уровень значимости.

Сравнительный межгрупповой анализ абсолютных и относительных величин «очень» низкочастотной составляющей спектра, зафиксированных в ходе записи в клино- и ортостазе, показал существенно более высокие числовые значения у студенток медицинского вуза (в фоновой пробе: $p = 0,041$ для VLF, mc^2 ; $p = 0,015$ для VLF, %; в АОП: $p = 0,008$ для VLF, mc^2 ; $p = 0,023$ для VLF, %). Необходимо отметить превышающий нормальные значения (15–30%) относительный вклад критерия VLF в суммарную мощность спектра у студенток-медиков в клино- и ортоположении (соответственно 40,01/32,39 (19,99–44,49) и 39,48/38,10 (26,53–50,48) ($M/Me(Q_1-Q_3)$)). Относительная величина VLF у физкультурниц в положении тела «лежа» и «стоя» находилась в пределах нормальных значений и была равна 23,91/26,62 (16,01–31,11) и 31,18/30,93 (24,83–33,68)% ($M/Me(Q_1-Q_3)$)).

Мощность низкочастотной составляющей спектра (медленные колебания 1-го порядка или вазомоторные колебания (LF, mc^2)) характеризует состояние симпатического отдела ВНС, в частности системы регуляции сосудистого тонуса, то есть определяет активность вазомоторного центра [1]. У студенток ХМГМА переход из положения тела «лежа» в положение «стоя» приводил к значительному увеличению мощности в этом диапазоне колебаний сердечного ритма ($p = 0,0352$); у девушек, занимающихся ФК и С, отмечено незначительное изменение абсолютной величины LF ($p = 0,99$). Значимые отличия между контингентами обследованных девушек по этому спектральному критерию в клино- и ортоположении не установлены (соответственно $p = 0,558$ и $p = 0,054$).

Есть сведения, что в норме процентная доля вазомоторных колебаний в положении «лежа» составляет от 15 до 35–40% [1]. В нашем исследовании относительный вклад низкочастотной составляющей в фоновом положении «лежа» в I и II группах находился в пределах нормальных значений (соответственно 28,46/29,49 (20,80–35,26) и 32,19/28,38 (21,02–36,69)% ($M/Me(Q_1-Q_3)$)). Существенных отличий по показателю LF ($p = 0,905$) между группами

не выявили. Абсолютная величина вазомоторных колебаний и их процентная доля (LF, %) значимо увеличилась при переходе в ортостаз у представительниц обеих групп (соответственно $p = 0,0024$ для I группы, $p < 0,001$ для II группы).

Вагусная активность является основной составляющей мощности в высокочастотном диапазоне (дыхательные колебания). Обычно относительный вклад высокочастотной компоненты в общую мощность спектра составляет 15–25% [1]. У обследованных девушек из обеих групп в клиноположении обнаружены высокие абсолютные и относительные величины HF. Последние характеризовались значениями, превышающими норму, и составляли 47,62/47,72 (41,04–48,92) и 38,04/35,86 (24,33–48,27)% ($M/Me(Q_1-Q_3)$) соответственно для I и II группы; при этом у представительниц I группы зафиксированы существенно более высокие числовые значения ($p = 0,005$). Ортостатическая реакция ВНС у представительниц обеих групп характеризовалась ослаблением дыхательного компонента синусовой аритмии. Об этом свидетельствует значительное снижение средних характеристик дыхательной составляющей (HF) в абсолютных цифрах ($p = 0,000089$ для I группы, $p < 0,001$ для II группы) и в виде относительной величины ($p = 0,000089$ для I группы, $p < 0,001$ для II группы). В положении тела «стоя» и «лежа» определены значительные различия по величине процентного вклада дыхательных колебаний в общий спектр частот между обследованными контингентами: у девушек, занимающихся ФК и С, величина критерия HF (%) была выше ($p = 0,0001$). При этом по абсолютному содержанию высокочастотных колебаний (HF, mc^2) в тотальной мощности спектра группы девушек существенно не отличались ($p = 0,154$ и $p = 0,309$ соответственно для клино- и ортостаза).

Определяли, какая из спектральных характеристик вносит наибольший вклад в общую мощность спектра (TP). Сравнительный анализ абсолютных показателей дыхательных (HF, mc^2) и медленных (LF, mc^2 ; VLF, mc^2) колебаний показал следующее: в клиностазе у девушек из II группы

равный вклад вносили показатели LF и VLF ($p = 0,183$), HF и VLF ($p = 0,308$); однако мощность высокочастотной составляющей существенно превосходила низкочастотную ($p = 0,006$). У представительниц I группы величина критерия HF значимо превышала абсолютные значения VLF и LF (соответственно $p = 0,0001$ и $p = 0,0006$); при этом между последними значимых отличий не установлено ($p = 0,217$). В ортостазе у студенток ХМГМА тотальная мощность спектра характеризовалась значительным содержанием вазомоторных колебаний ($p = 0,025$ для пары LF и VLF; $p < 0,001$ для пары LF и HF), значения дыхательных колебаний были наименьшими ($p < 0,001$ для пары HF и VLF). У девушек, занимающихся ФК и С, в условиях выполнения АОП также преобладали медленные колебания 1-го порядка ($p = 0,020$ для пары LF и VLF; $p = 0,025$ для пары LF и HF), но величины мощности в высокочастотном и «очень» низкочастотном диапазоне спектра существенно не различались ($p = 0,217$ для пары HF и VLF).

Общая мощность спектра, отражающая абсолютный уровень активности регуляторных систем, определяемая по сумме мощностей в диапазонах HF, LF и VLF, у физкультурниц и студенток-медиков в клиностазе значимо не отличалась ($p = 0,800$) и соответственно составила 8648,00/9107,00 (6790,00–9524,00) и 10712,35/8304,50 (4722,00–14017,00) мс^2 ($M/Me(Q_1-Q_3)$). Однако в ортостазе центральные характеристики ТР у обследованных из II группы оказались значительно выше ($p = 0,040$). При переходе в положение тела «стоя» выявлено существенное снижение показателя ТР в I ($p = 0,0089$) и II ($p = 0,0021$) группах. По данным ряда авторов, активация вагуса приводит к увеличению ТР; повышение активности симпатической нервной системы – к обратному эффекту [4, 7]. В нашем исследовании у студенток медицинского вуза по результатам значимого увеличения мощности LF-диапазона в ортостазе выявили усиление симпатической активности.

По данным спектрального анализа сердечного ритма был вычислен индекс централизации (IC), по величине которого можно определить степень централизации управления ритмом сердца. В фоновом состоянии покоя «лежа» у девушек, занимающихся ФК и С, зарегистрированы значимо более низкие числовые характеристики ($p = 0,003$), что отражает меньшую степень преобладания активности центрального контура регуляции над автономным, в сравнении со студентками медицинского вуза; то же показано при ортостатическом тестировании ($p = 0,0001$). У представительниц обеих групп ортостатическая реакция

характеризовалась значительным повышением индекса централизации ($p = 0,000089$ для I группы, $p = 0,0181$ для II группы).

Коэффициент вагосимпатического баланса LF/HF отражает соотношение симпатических и парасимпатических влияний на ритм сердца [1]. В условиях проведения АОП этот показатель существенно увеличился у девушек, занимающихся ФК и С ($p = 0,000089$), и студенток ХМГМА ($p < 0,001$). Таким образом, при переходе в вертикальное положение тела показано усиление симпатических механизмов регуляции.

Величина критерия LF/HF вычисляется из соотношения процентного вклада двух колебательных составляющих, за исключением VLF-компоненты – это позволяет установить характер изменения высокочастотной (HFnorm) и низкочастотной составляющей спектра (LFnorm) при ортостатическом тестировании. В клиноположении средние значения LFnorm были значимо выше у студенток медицинского вуза ($p = 0,017$), следовательно, процентный вклад HFnorm имел существенно более высокие величины у физкультурниц ($p = 0,017$). В ортостатическом тестировании наблюдали значимое снижение процентного вклада дыхательных колебаний ($p = 0,000089$ для I группы, $p < 0,001$ для II группы), и увеличение вазомоторных колебаний ($p = 0,000089$ для I группы, $p < 0,001$ для II группы).

Г.П. Белоусова (2010) [2] и Л.Д. Цатурян (2008) [10] указывают на аналогичное изменение спектральных характеристик при выполнении АОП: снижение вклада высоких частот (HFnorm) и повышение низкочастотной составляющей (LFnorm) по сравнению с исходным уровнем, приводящие к увеличению LF/HF.

Таким образом, характеристика ВРС у девушек с разным уровнем физической активности демонстрирует отдельные черты сходства и различия вегетативной регуляции сердечного ритма. Так, в клиноположении у представительниц обеих групп наблюдали нормальную частоту синусового ритма сердца; результаты статистического анализа ВРС показали парасимпатическую направленность вегетативного баланса и низкую степень деятельности центрального контура регуляции сердечного ритма, что в большей степени было выражено у девушек, занимающихся ФК и С.

Спектральный анализ показателей ВРС демонстрирует специфические различия между группами девушек, несмотря на высокое содержание дыхательной компоненты в общей мощности спектра, которое было отмечено для обеих групп. У физически подготовленных девушек эта компонента вносила наибольший вклад; при этом у студенток медицинского вуза равный вклад внесли показатели мощности

в высокочастотном и «очень» низкочастотном диапазонах. Как известно, амплитуда VLF характеризует влияние высших вегетативных центров на сердечно-сосудистый подкорковый центр, отражает состояние нейрогуморального и метаболического уровней регуляции, а также может использоваться в качестве надежного маркера степени связи автономных (сегментарных) уровней регуляции кровообращения с надсегментарными, в том числе с гипофизарно-гипоталамическим и корковым уровнем [1].

Таким образом, в условиях покоя в положении тела «лежа» у девушек из II группы в управлении ритмом сердца прослеживалась значительная активность парасимпатического отдела ВНС и надсегментарных отделов вегетативной регуляции; последнее, возможно, обусловлено присутствием психоэмоционального напряжения в период обучения в медицинском вузе. У обследованных из I группы обнаружили повышенный тонус блуждающего нерва, сниженную активность подкорковых центров, что свидетельствует об экономичности автономного контура регуляции, за который ответственен парасимпатический отдел. Вероятно, это связано с большим объемом динамических нагрузок, так как есть сведения, что увеличение доли высокочастотных модуляций наблюдается при высоком уровне функционального состояния ССС, обусловленном занятиями циклическими видами спорта с аэробной направленностью тренировочного процесса [1, 3]. При проведении активного ортостаза в исследовании произошло резкое увеличение ЧСС, снижение суммарного абсолютного уровня активности регуляторных систем и активности парасимпатического звена регуляции. Понижение вагусной активности регуляции ритма сердца привело к доминированию симпатических механизмов регуляции сердечного ритма. Таким образом, ослабление деятельности рабочих структур автономного контура регуляции при ортостатическом воздействии привело к включению в процесс управления ритмом сердца центрального контура регуляции.

Список литературы

1. Баевский Р. М. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (часть 1) / Р. М. Баевский, Г. Г. Иванов, Л. В. Чирейкин и др. // Вестник аритмологии. – 2002. – № 24. – С. 65–87.
2. Белоусова Г. П. Активность вегетативной нервной системы в условиях Севера у студенток-алекситимиков // Экология человека. – 2010. – № 8. – С. 21–27.
3. Быков Е. В. Особенности регуляции деятельности сердечно-сосудистой системы юных спортсменов с различными типами кровообращения / Е. В. Быков, Т. В. Потапова, С. М. Кайкан, Р. А. Долгова, О. А. Зувев // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Образование, здравоохранение, физическая культура». – 2009. – № 7(18). – С. 40–43.
4. Грачев С. В. и др. Новые методы электрокардиографии / под ред. С. В. Грачева, Г. Г. Ивановой, А. Л. Сыркиной. – М.: Техносфера, 2007. – С. 473–496.
5. Жугов А. П. Вариабельность сердечного ритма у спортсменов различных видов спорта: автореф. дис. ... к-та биол. наук. – Казань, 2003. – 24 с.
6. Кожевникова Н. Г. Особенности заболеваемости студентов вуза // Гигиена и санитария. – 2011. – № 4. – С. 59–62.
7. Михайлов В. М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода. – Иваново: Иван. гос. мед. академия, 2002. – 290 с.
8. Муготлев М. А. Некоторые особенности сердечного ритма юных футболистов // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2007. – № 5. – С. 149–154.
9. Статуева Л. М. Психофизиологическая адаптация старшеклассников и студентов к различным системам обучения: автореф. дис. ... к-та биол. наук. – Нижний Новгород, 2008. – 22 с.
10. Цатурян Л. Д. Состояние вегетативной регуляции сердечного ритма у юношей и девушек Северного Кавказа // Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и практическое применение: материалы IV Всероссийского симпозиума. – Ижевск, 2008. – С. 324–327.
11. Хаснулин В. И. Устойчивость к психоэмоциональному стрессу на Севере в зависимости от импринтированного типа адаптивного реагирования / В. И. Хаснулин, А. В. Хаснулина // Экология человека. – 2013. – № 1. – С. 8–13.

References

1. Baevskij R.M. Analiz variabel'nosti serdechnogo ritma pri ispol'zovanii razlichnyh elektrokardiograficheskikh sistem (chast' 1) / R.M. Baevskij, G.G. Ivanov, L.V. Chirejkin i dr. // Vestnik aritmologii. 2002. no. 24. pp. 65–87.
2. Belousova G.P. Aktivnost' vegetativnoj nervnoj sistemy v usloviyah Severa u studentok-aleksitimikov // Jekologija cheloveka. 2010. no. 8. pp. 21–27.
3. Bykov E.V. Osobennosti reguljacii dejatel'nosti serdechno-sosudistoj sistemy junyh sportsmenov s razlichnymi tipami krovoobrashhenija / E.V. Bykov, T.V. Potapova, S.M. Kajkan, R.A. Dolgova, O.A. Zuev // Vestnik Juzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Serija «Obrazovanie, zdoravoohranenie, fizicheskaja kul'tura». 2009. no. 7(18). pp. 40–43.
4. Grachev S.V. i dr. Novye metody jelektrokardiografii / pod red. S.V. Gracheva, G.G. Ivanovoj, A.L. Syrkinoj. M.: Tehnosfera, 2007. pp. 473–496.
5. Zhuzhgov A. P. Variabel'nost' serdechnogo ritma u sportsmenov razlichnyh vidov sporta: avtoref. dis. ... k-ta biol. nauk. Kazan', 2003. 24 p.
6. Kozhevnikova N.G. Osobennosti zaboлеваemosti studentov vuza // Gigiena i sanitarija. 2011. no. 4. pp. 59–62.
7. Mihajlov V. M. Variabel'nost' ritma serdca: opyt prakticheskogo primeneniya metoda. Ivanovo: Ivan. gos. med. akademija, 2002. 290 p.
8. Mugotlev M.A. Nekotorye osobennosti serdechnogo ritma junyh futbolistov // Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. 2007. no. 5. pp. 149–154.
9. Statueva L.M. Psihofiziologicheskaja adaptacija starsheklassnikov i studentov k razlichnym sistemam obucheniya: avtoref. dis. ... k-ta biol. nauk. Nizhnij Novgorod, 2008. 22 p.
10. Caturjan L.D. Sostojanie vegetativnoj reguljacii serdechnogo ritma u junoshej i devushek Severnogo Kavkaza // Variabel'nost' serdechnogo ritma: teoreticheskie aspekty i prakticheskoe primeneniye: materialy IV Vserossijskogo simpoziuma. Izhevsk, 2008. pp. 324–327.
11. Hasnulin V.I. Ustojchivost' k psihojemocional'nomu stressu na Severe v zavisimosti ot imprintirovannogo tipa adaptivnogo reagirovaniya / V.I. Hasnulin, A.V. Hasnulina // Jekologija cheloveka. 2013. no. 1. pp. 8–13.

Рецензенты:

Радыш И. В., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой управления сестринской деятельностью Российского университета дружбы народов (РУДН), г. Москва;

Литовченко О. Г., д.б.н., профессор кафедры физиологии Медицинского института, проректор по научной и инновационной работе, ГБОУ ВПО «Сургутский государственный университет ХМАО – Югры», г. Сургут.

Работа поступила в редакцию 28.11.2014.

УДК 574.5

ИНТРОДУКЦИОННОЕ РАССЕЛЕНИЕ ВИДА РОТАН-ГОЛОВЕШКА (PERCCOTTUS GLENII DYBOWSKI, 1877) В ПОЙМЕННО-РУСЛОВОМ КОМПЛЕКСЕ НИЖНЕГО ИРТЫША

Чемагин А.А.

Тобольская комплексная научная станция УрО РАН, Тобольск, e-mail: chemagin@pochta.ru

Исследована структура рыбного населения водоемов разного типа в бассейне Нижнего Иртыша в пределах Вагайского, Тобольского и Уватского районов Тюменской области. Выполнен контрольный лов рыбы в водотоках и пойменных водоемах. По результатам лова установлено, что на исследуемом участке реки в ихтиоценозах доминируют карповые рыбы, снижение скорости течения воды вплоть до полного его отсутствия значительно увеличивает роль водоемов для ротана-головешки, при этом наблюдается снижение видового разнообразия и количества хищных видов рыб, отмечено наличие 17 видов, относящихся к семействам Cyprinidae, Percidae, Esocidae, Coregonidae, Lotidae, Acipenseridae, Eleotrididae. Также установлено, что высокий уровень паводковых вод в настоящее время является мощным и главным фактором расселения интродукта в исследуемом бассейне, вследствие выноса его из поймы реки в главное русло Иртыша.

Ключевые слова: ротан-головешка, пойменно-русловой комплекс, река Иртыш

INVASION RESETTLEMENT OF AMUR-SLEEPER (PERCCOTTUS GLENII DYBOWSKI, 1877) IN THE FLOODPLAIN – OF CHANNEL COMPLEX OF THE LOWER IRTYSH

Chemagin A.A.

Tobolsk Complex Scientific Station UD RAS, Tobolsk, e-mail: chemagin@pochta.ru

Investigated the structure the fish population of different types of water bodies in the basin of the Lower Irtysh within Vagay, Tobolsk and Uvat district in the Tyumen region. Perform a control fishing in streams and floodplain waters. According to the results of fishing established that on the test stretch of river in ichthyocenoses is dominated by cyprinids, reducing the flow rate of water, up to its complete absence significantly increases the role of reservoirs for amur-sleeper, with a decrease in species diversity and the number of prey species of fish, noted the presence of 17 species belonging to the families Cyprinidae, Percidae, Esocidae, Coregonidae, Lotidae, Acipenseridae, Eleotrididae. Also established that a high level of flood waters at the moment is a powerful and primary factor in the settlement of the introduced species investigated basin, due to its removal from the floodplain to the main channel of the Irtysh.

Keywords: amur-sleeper, floodplain riverbed complex, Irtysh river

В настоящее время происходит достаточно большое и широкомасштабное воздействие различных факторов на водную экосистему Обь-Иртышского бассейна. Такие факторы главным образом имеют антропогенный характер: освоение нефтегазовых месторождений, загрязнение воды стоками промышленных предприятий, браконьерский вылов рыбы, дноуглубительные работы (углубление русла реки и затонов, добыча песка и песчано-гравийной смеси), интродукция новых видов гидробионтов. Необходимость исследований, связанных с гидробиологией и ихтиологией водоемов Западной Сибири, становится очень актуальным вопросом научно-исследовательских работ. При этом изучение гидробионтов в настоящее время необходимо не просто для определения негативных последствий, но и с целью возможной борьбы с ними.

Материал и методы исследований

Исследования проводились в нижнем течении реки Иртыш на реперных точках в пределах 3 районов Тюменской области (Вагайский, Тобольский, Уватский).

Контрольный лов рыбы проводился в р. Иртыш, его пойменных водоемах – Укинский сор, озеро Арынное, озеро Летнее, водотоках (притоки первого порядка) – р. Варпак, р. Миссинка. Протяженность участка нижнего Иртыша, на котором проводились исследования, составила порядка 170 км.

Работы проводились в период 2011–2013 гг (май–июнь). Контрольный лов осуществлялся ставными и плавными разноячейными сетями ячеей 24–38 мм 5-метровыми отрезками, с шагом ячей 2 мм, длина ставной сети – 40 м, длина плавной сети – 60 м, высота – 2 м, спускные фитили (ячей – 12, 14, 16, 18, 22, 24, 28, 30, 32, 34, 36, 40, 45, 50, 55, 60 мм); ставные фитили (ячей – 12, 22, 30, 45 мм). Молодь облавливали с помощью «паука» с применением газ-сито № 23 вместо стандартной мережи.

Методом ихтиологического анализа [5] было обработано 3189 экземпляров рыб: язь (*Leuciscus idus* L.), лещ (*Abramis brama* L.), плотва обыкновенной (*Rutilus rutilus* L.), сибирский елец (*Leuciscus leuciscus baicalensis* L.), серебряный карась (*Carassius gibelio* L.), золотой карась (*Carassius carassius* L.), линь, (*Tinca tinca* L.), речной окунь (*Perca fluviatilis* L.), обыкновенный судак (*Stizostedion lucioperca* L.), обыкновенный ёрш (*Gymnocephalus cernuus* L.), ротан (*Percottus glenii* D.), обыкновенная щука (*Esox lucius* L.), налим (*Lota lota* L.), нельмы (*Stenodus leucichthys nelma* G.),

муksун (*Coregonus muksun* P.), стерлядь (*Acipenser ruthenus* L.). Видовое определение рыб проводили согласно общепринятым методикам биологического анализа [5].

Результаты исследований и их обсуждение

Водотоки. Иртыш – крупнейший приток р. Оби. Берет начало в Китае, в горах Монгольского Алтая и под названием Черный Иртыш (Кара-Ирцыз) течет до впадения в оз. Зайсан. Площадь бассейна 1,64 млн кв.км, из них 0,52 млн кв.км, или около 32 %, составляют бессточные области [4].

Нижнее течение реки Иртыш в ландшафтно-климатическом отношении относится к типичной равнинной и влажной западно-

сибирской тайге. Здесь Иртыш становится по настоящему полноводной рекой, с суводями до 30–40 м глубиной, ширина русла достигает 400 м и более. Основу ихтиофауны по данным лова в реке Иртыш составляют рыбы семейства Cyprinidae, Percidae, Esocidae, Coregonidae, Lotidae, Acipenseridae – основа была представлена лещом, язем и плотвой. Рыбное население здесь отличается самым большим видовым разнообразием из всех обследованных водоемов. Таксономический состав и степень представительности семейств в структуре рыбного населения нижнего Иртыша и других водотоков, в которых проводился контрольный лов, приведены, в таблице и на рис. 1, 2.

Таксономический состав рыбного населения исследуемых водных объектов нижнего Иртыша (май-июнь, 2011–2013 гг.)

Виды рыб	Водные объекты					
	р. Иртыш	р. Миссиинка	р. Варпак	озеро Летнее	озеро Арынное	Укинский сор
Язь – <i>Leuciscus idus</i> L.	+	+	+	–	–	+
Лещ – <i>Abramis brama</i> L.	+	+	+	–	–	+
Плотва обыкновенная – <i>Rutilus rutilus</i> L.	+	+	+	–	–	+
Сибирский елец – <i>Leuciscus leuciscus baicalensis</i> L.	+	+	+	–	–	+
Серебряный карась – <i>Carassius gibelio</i> L.	+	+	–	+	+	+
Золотой карась – <i>Carassius carassius</i> L.	–	–	–	+	+	+
Линь – <i>Tinca tinca</i> L.	–	–	–	+	–	–
Речной окунь – <i>Perca fluviatilis</i> L.	+	+	+	+	–	+
Обыкновенный судак – <i>Stizostedion lucioperca</i> L.	+	+	+	–	–	+
Обыкновенный ёрш – <i>Gymnocephalus cernuus</i> L.	+	+	–	–	–	+
Головешка-ротан – <i>Perccottus glenii</i> D.	+	+	–	–	+	–
Обыкновенная щука – <i>Esox lucius</i> L.	+	+	+	–	–	+
Налим – <i>Lota lota</i> L.	+	–	–	–	–	–
Нельма – <i>Stenodus leucichthys nelma</i> G.	+	–	–	–	–	–
Муксун – <i>Coregonus muksun</i> P.	+	–	–	–	–	–
Стерлядь – <i>Acipenser ruthenus</i> L.	+	–	–	–	–	–
Сибирский осётр – <i>Acipenser baerii</i> B. **	+	–	–	–	–	–

Примечания:

* – (+/–)наличие/отсутствие

** – Сибирский осётр (*Acipenser baerii* Brandt) занесен в Красную книгу Тюменской области, при поимке особей данного вида они согласно правилам рыболовства для Западно-Сибирского рыбохозяйственного бассейна незамедлительно и с наименьшими повреждениями были выпущены в естественную среду обитания.

Река Миссиинка является притоком первого порядка Иртыша и расположена на правобережной пойме. Ширина русла в период весеннего паводка достигает 20–25 м, глубина в этот период достигает более чем 10 м. Основные представители ихтиофауны

в данном водотоке это рыбы семейства Cyprinidae (серебряный карась, плотва, елец, язь), Percidae (окунь, ерш, судак) и незначительная часть Esocidae (щука), представительность каждого из описанных семейств показана на рис. 1 и в таблице,

причем по численности преобладает молодь плотвы, язя и ельца сибирского (80 %). Несмотря на наличие небольшого течения в исследуемом водоеме кроме характер-

ных для таких водотоков рыб (Cyprinidae, Percidae, Esocidae) – здесь присутствует ротан-головешка, который предпочитает стоячие водоемы [6].

- Язь-*Leuciscus idus* L.
- ▨ Лещ-*Abramis brama* L.
- ▤ Плотва обыкновенная-*Rutilus rutilus* L.
- ▥ Сибирский елец-*Leuciscus leuciscus baicalensis* L.
- ▧ Серебряный карась-*Carassius gibelio* L.
- ▩ Речной окунь-*Perca fluviatilis* L.
- Обыкновенный судак-*Stizostedion lucioperca* L.
- ▦ Обыкновенный ёрш-*Gymnocephalus cernuus* L.
- Головешка-ротан-*Perccottus glenii* D.
- ▣ Обыкновенная щука-*Esox lucius* L.
- ▨ Налим-*Lota lota* L.
- ▩ Нельма-*Stenodus leucichthys nelma* G.
- ▤ Муксун-*Coregonus muksun* P.
- ▥ Стерлядь-*Acipenser ruthenus* L.
- Сибирский осётр-*Acipenser baerii* B.*

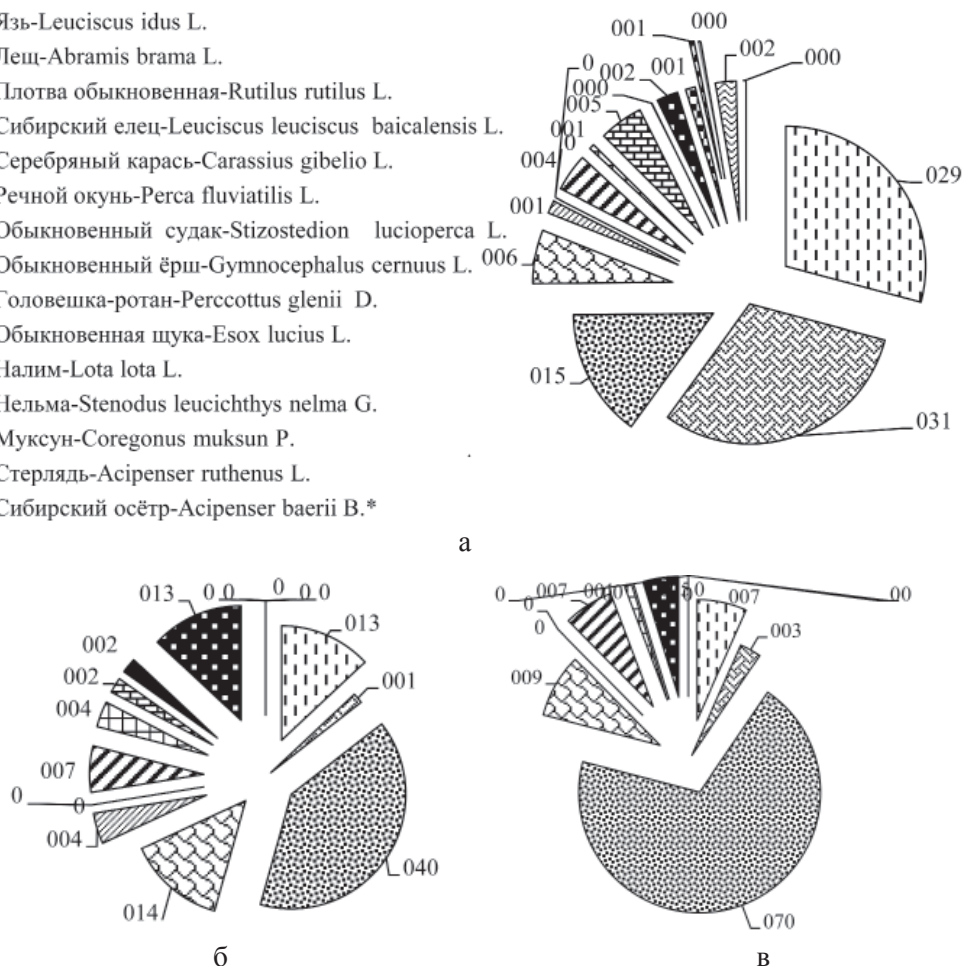


Рис. 1. Видовая структура рыбного населения водотоков 2011–2013 гг. (в %):
а – река Иртыш; б – река Миссинка; в – река Варпак

Река Варпак так же, как и Миссинка, является притоком первого порядка Иртыша. По гидрологическим параметрам, ширине русла, глубине, структуре рыбного населения (рис. 1, таблица) сопоставима с рекой Миссинкой. Ихтиоценоз реки Варпак несколько обеднен в сравнении с рекой Миссинкой, здесь отсутствуют серебряный карась, ёрш и ротан. В этом водотоке основой рыбного населения являются плотва и елец.

Водотоки Миссинка и Варпак в период весеннего половодья разливаются и образуют развитую заливную пойму, где происходит весенний нерест основных видов рыб нижнего Иртыша, при этом пойменная и русловая части таких водотоков для молоди и производителей массовых рыб Иртыша служат местом нагула. Находка в пойменной протоке

Миссинка нежелательного вселенца – ротана, свидетельствует о том, что условия течения, наличия кормовых объектов, температурный режим в таких водоемах привлекают головешку, так как он является хищником, ведущим засаднический образ жизни.

Небольшое количество этого вида и наличие его только в одном из двух водотоков со схожими условиями обитания является доказательством того факта, что при наличии других хищников, занимающих такую же топическую нишу (щука, судак, окунь), как и вселенец, распространение головешки ограничивается. В таких условиях структуры рыбного населения именно ротан становится излюбленной пищей других хищных видов рыб, что отражено в работе Вечканова В.С., Ручина А.Б. [3].

Озеро Арынное является замкнутым и бессточным. Небольшая средняя глубина озера 1,5 м, илистые донные осадки и замкнутость озера обуславливают зимний дефицит кислорода. Ежегодно в зимний период происходят заморы. Во время высокого весеннего подъема уровня воды на р. Иртыш происходит обмен представителями ихтиофауны реки и озера. Помимо ротана в озере обитают представители семейства карповых – серебряный и золотой карась, доминирует серебряный карась. Структура рыбного населения этого водоема представлена на рис. 2 и в таблице.

Озеро Летнее имеет среднюю глубину 2 м. Благодаря тому, что озеро сообщается с рекой Иртыш, имеет более благоприятный кислородный режим, обеспечивающий выживание не только представителей Cyprinidae, но и Percidae. Однако ихтиофауна рассматриваемого озера включает только 4 вида: серебряный карась, золотой карась, линь и речной окунь (рис. 2). Наличие окуня также, вероятно, позволяет препятствовать распространению нежелательного интродуцента в этом водоеме. Подытоживая выполненные исследования, можно сказать, что таксономический состав рыб в различных водоемах бассейна Иртыша характеризуется определенной спецификой.

Во всех водоемах наблюдается доминирование в численном отношении карповых рыб. Ротан хоть и был отмечен в магистральном русле Иртыша и притоке Иртыша, наибольшее распространение получил в изолированном озере, где отсутствует пресс хищников (щуки, судака, окуня).

Оценка водных биотопов в пойменно-русловом комплексе нижнего Иртыша для жизненного цикла ротана-головешки. Установлено, что пойменные изолированные водоемы полностью подходят для развития и размножения ротана, здесь отсутствуют хищники, способные регулировать его численность, имеется развитая кормовая база (зоопланктон, бентос), в сравнении с водотоками, при высоком уровне паводковых вод и заходе хищных видов рыб в озеро они погибают в зимний период во время замора, который благополучно переживает ротан [2, 6]. Водотоки для ротана служат лишь миграционным путем, позволяющим расселиться в пойменно-русловой системе реки.

Необходимо отметить ряд выявленных закономерностей, обуславливающих роль и значение различных водоемов в жизненном цикле ротана-головешки. С уменьшением скорости течения воды вплоть до

полного его отсутствия роль водоемов для ротана возрастает, при этом наблюдается также и рост роли водоемов с уменьшением видового разнообразия, количества хищных видов рыб.

Заключение

В период весеннего половодья непосредственно на реке Иртыш в Тобольском районе с помощью спускных фитилей были пойманы две особи ротана – самка и самец. Данный факт указывает на то, что в настоящее время расселение ротана происходит как раз именно во время половодья. При достаточно высоком уровне воды в реке Иртыш происходит соединение всех пойменных водоемов с магистральным руслом Иртыша, включая озера высокого уровня залития, к которым относится озеро Арынное. Таким образом, в условиях пойменно-русового комплекса нижнего Иртыша мощный фактор расселения ротана-головешки – высокий уровень воды в реке Иртыш во время паводка или половодья, такого же мнения придерживаются некоторые исследователи [1].

Данные, полученные в настоящей работе о распределении нежелательного вселенца ротана-головешки в пойменно-русовом комплексе нижнего Иртыша, в дальнейшем могут служить для разработки методов и способов борьбы с этим видом. На основании выполненной работы на водных макробиотопах нижнего Иртыша, связанной с изучением вопроса интродукции нежелательного вселенца ротана, можно сделать следующие выводы:

1. В исследуемых водоемах по данным контрольного лова отмечено наличие 17 видов относящихся к семействам *Cyprinidae*, *Percidae*, *Esocidae*, *Coregonidae*, *Lotidae*, *Acipenseridae*, *Eleotrididae*.

2. Река Иртыш и ее пойменные водоемы, которые сопряжены речной сетью независимо от водности года, являясь одновременно местом нереста, нагула и зимовки, позволяют наибольшему числу видов рыб реализовывать все этапы своего жизненного цикла.

3. Небольшие водотоки, впадающие в основное русло Иртыша, образуя обширные пойменные площади залитые водой с растительным субстратом во время весеннего половодья создают оптимальные условия для нереста и обитания ранней молоди рыб.

4. Абиотические и биотические факторы замкнутых бессточных пойменных водоемов являются наиболее благоприятными для роста и развития ротана-головешки в связи с отсутствием естественных хищ-

ников вследствие ежегодного зимнего замора и низкого уровня воды в реке Иртыш.

5. Весенний паводок в настоящее время является мощным фактором расселения ротана-головешки в бассейне реки Иртыш.

Список литературы

1. Алдохин А.С., Чемагин А.А. Динамика популяций серебряного карася (*Carassius auratus*, Linnaeus, 1758) и ротана (*Percottus glenii*, Dybowsky, 1877) в сравнительном аспекте из озера Арынное Тюменской области // В мире научных открытий. Серия «Проблемы науки и образования». – 2012. – № 9.2 (33). – С. 174–186.
2. Бабуева Р.В. Ихтиофауна водоемов Обь-Иртышского междуречья // Современные проблемы гидробиологии Сибири. – Томск, 2001. – С. 83–84.
3. Вечканов В.С., Ручин А.Б.О трофических связях щуки *Esox lucius*, окуня *Perca fluviatilis*, ротана *Percottus glenii* при их совместном обитании в пойменном замкнутом озере // Материалы Международной научной конференции «Ихтиологические исследования на внутренних водоемах». – Саранск, 2007. – С. 23–25.
4. Лезин В.А. Реки Тюменской области (южные районы): справочное пособие. – Тюмень: Вектор Бук, 1999. – 195 с.
5. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищ. пром-сть, 1966. – 376 с.
6. Решетников Ю.С. Атлас пресноводных рыб России: В 2 т. Т. 1. – М.: Наука, 2002. – 379 с.

References

1. Aldokhin A.S., Chemagin A.A. // *V mire nauchnykh otkrytiy – In the world of scientific discovery* (2012), no. 9.2 (33): 174–186.
2. Babueva R.V. *Sovremennye problemy gidrobiologii Sibiri* [Modern problems of Hydrobiology Siberia]. Tomsk, 2001. pp. 83–84.
3. Vechkanov B.C., Ruchin A.B. *Materialy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii «Ikhtiologicheskie issledovaniya na vnutrennikh vodoemakh»* [Proceedings of the International Scientific Conference «Ichthyologic research on inland waters»]. Saransk, 2007. pp. 23–25.
4. Lezin V.A. *Reki Tyumenskoy oblasti (yuzhnye rayony): spravochnoe posobie* [Rivers of Tyumen region (southern areas): a reference manual] Tyumen': Vektor Book, 1999. 195 p.
5. Pravdin I.F. *Rukovodstvo po izucheniyu ryb* [Study Guide fish]. Moscow: Fish industry, 1966. 376 p.
6. Reshetnikov Yu.S. *Atlas presnovodnykh ryb Rossii* [Atlas of Russian freshwater fishes]. Vol. 1. Moscow: Science, 2002. 379 p.

Рецензенты:

Харитонцев Б.С., д.б.н., профессор кафедры биологии и МПБ, филиал, ФГБОУ ВПО ТюмГУ, г. Тобольск;

Тестов Б.В., д.б.н., профессор, зав. лабораторией радиоэкологии ТКНС УрО РАН, г. Тобольск.

Работа поступила в редакцию 28.11.2014.

УДК 57.084.1:[577.112:593.422]

ЭКСПРЕССИЯ СИЛИКАТЕИНОВ НА МОДЕЛЬНОЙ КЛЕТОЧНОЙ КУЛЬТУРЕ ПРИММОРФ БАЙКАЛЬСКОЙ ГУБКИ LUBOMIRSKIA BAICALENSIS

Черногор Л.И., Кондратов И.Г., Кулакова Н.В., Деникина Н.Н., Беликов С.И.
ФГБУН «Лимнологический институт» Сибирского отделения Российской академии наук,
Иркутск, e-mail: lchernogor@mail.ru

Проведен анализ влияния индукции силикатом натрия модельной клеточной культуры примморф байкальской губки *Lubomirskia baicalensis* на экспрессию силикатеинов и морфогенез спикул. Клеточную культуру примморф истощали по содержанию кремния путем культивирования на искусственной байкальской воде в течение месяца. Экспрессию генов белков, регулирующих метаболизм кремния, индуцировали добавлением силиката натрия до конечной концентрации 70 мкМ. Уровень экспрессии генов силикатеинов анализировали методом ПЦР в реальном режиме времени в первый, второй, третий и шестой дни после индукции. В качестве референсных генов для нормализации данных использовали β -актин (ACTB) и фактор элонгации 1 α (eEF1a1). Контрольными образцами служили пробы взрослой губки и образцы примморф, культивированных на натуральной и искусственной байкальской воде до индукции. Динамику образования и рост кремниевых спикул анализировали методами микроскопии. Образцы примморф, индуцированных добавлением силиката натрия, на фоне массового развития спикул не продемонстрировали значительного увеличения уровня экспрессии генов силикатеинов по сравнению с другими образцами (расхождение 1,7–2 относительных единиц). Такие значения не могут считаться статистически значимыми изменениями в степени экспрессии и лежат в пределах погрешности, что говорит о практически полном отсутствии индукции синтеза мРНК силикатеинов силикатом натрия. Этот факт свидетельствует о пассивности силикатеинов на начальных этапах метаболизма кремния и необходимости поиска других соединений, влияющих на отложение биогенного кремнезема в спикулах губок.

Ключевые слова: примморфы, кремниевые спикулы, экспрессия силикатеинов, *Lubomirskia baicalensis*

EXPRESSION OF SILICATEINS ON THE MODEL CELL CULTURE OF PRIMMORPHS FROM BAIKALIAN SPONGE LIBOMIRSKIA BAICALENSIS

Chernogor L.I., Kondratov I.G., Kulakova N.V., Denikina N.N., Belikov S.I.
Limnological Institute of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,
Irkutsk, e-mail: lchernogor@mail.ru

The analysis of sodium silicate induction of the model cell culture of primmorph from baikalian sponge *Lubomirskia baicalensis* on the expression of silicateins and morphogenesis of the spicules was performed. Cell culture of primmorph was cultured in reduced level of silicon in artificial Baikalian water for a month. Gene expression of proteins that regulate the silica metabolism was induced by the addition of sodium silicate to final concentration of 70 μ M. The expression level of silicatein genes was analyzed in real-time PCR in the first, second, third, and sixth days after the induction. The β -actin (ACTB) and elongation factor 1 α (eEF1a1) were used as reference genes for the normalization of data. Control specimens were samples of adult sponge and primmorphs that were cultured on natural and artificial Baikalian water without induction. The dynamics of the formation and growth of silicon spicules were analyzed by microscopy. Samples of primmorph induced by the addition of sodium silicate, on the background of the mass forming of spicules, have not shown the significant increase in the silicatein expression level in compare with other samples (discrepancy in 1,7–2 relative units). Such values are not statistically significant changes in the level of expression and lie within the error, indicating the absence of induction of silicatein mRNA synthesis by sodium silicate. This fact indicates passivity silicateins in the initial stages of silicon metabolism and the need of finding other compounds that affect the deposition of biogenic silica in sponge spicules.

Keywords: primmorphs, silica spicules, expression of silicateins, *Lubomirskia baicalensis*

Процесс отложения биогенного кремнезема (гидратированный кварц ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) n) широко распространен в природе как у простейших, так и у многоклеточных организмов [13]. Одним из наиболее ярких представителей животных, формирующих кремниевый скелет, являются губки классов Hexactinellida и Demospongiae. Структурными элементами скелета губок являются спикулы – цилиндрические белково-кварцевые образования видоспецифичной формы, скрепленные аналогом коллагена – спон-

гином [14]. Основными белковыми компонентами спикул губок класса Demospongiae являются силикатеины [9]. Результаты исследований влияния силикатеинов на процесс полимеризации кремниевой кислоты *in vitro*, а также разнообразия генов силикатеинов у губок и их дифференциальной экспрессии *in vivo* позволили выдвинуть гипотезу о ключевой роли этих белков в процессе спикулогенеза [3, 8, 10, 12]. Однако, поскольку интерпретация данных, полученных в экспериментах *in vivo*,

значительно затруднена, а анализ *in vitro* не позволяет корректно оценить степень участия силикатеинов в формировании спикул в живом организме губки, было принято решение использовать в качестве модели трехмерную клеточную культуру губок – примморф [6]. Примморфы являются промежуточным звеном между единичной клеткой и полноценной губкой и могут служить удобной моделью *ex vivo* для решения многих проблем физиологии, клеточной и молекулярной биологии [6, 11].

У пресноводной губки *Lubomirskia baicalensis* (Demospongiae) к настоящему времени идентифицированы четыре силикатеина альфа и определены последовательности их генов [1]. Кроме того, нами разработаны условия получения и длительного культивирования клеточной культуры примморф *ex vivo* [4].

Цель работы – оценить влияние индукции силикатом натрия клеточной культуры примморф байкальской губки *L. baicalensis* на экспрессию генов силикатеинов в процессе спиккулогенеза.

Материалы и методы исследования

Губки *L. baicalensis* собирали в ноябре 2013 г. с помощью водолазного снаряжения в оз. Байкал на глубинах от 10 до 20 м в районе п. Листвянка и Большие Коты. Образцы губок транспортировали при температуре 3–4°C. Примморфы получали по ранее разработанной методике [4]. Полученные примморфы культивировали в 24-луночных пластиковых планшетах (Nalge Nunc International) в натуральной байкальской воде (НБВ) и искусственной байкальской воде (ИБВ) при 3–6°C и естественном световом режиме с доступом кислорода в течение 1 месяца [4]. Затем часть культивированных на ИБВ прим-

морф индуцировали добавлением силиката натрия до конечной концентрации 70 мкМ. После индукции в первый, второй, третий и шестой дни примморфы размером 3–5 мм в диаметре отбирали в количестве 20 штук в 5 повторах для последующей экстракции РНК. В качестве контроля отбирали примморфы, культивированные на НБВ и ИБВ без индукции силикатом натрия. За динамикой образования и ростом кремниевых спикул вели ежедневное прижизненное наблюдение с помощью светового флуоресцентного микроскопа AxioCam MRM (Zeiss, Германия), для детального рассмотрения спикул использовали сканирующий электронный микроскоп SEM 525M (Philips, Holland) по опубликованной методике [5]. Кроме того, ежедневно на предметных слайдах готовили препараты спикул, количество которых определяли с помощью калиброванных окуляров с увеличением 200× с помощью оптического микроскопа (XDS-1B, COIC), просматривая не менее 10 полей зрения, в соответствии с ранее описанными методами [7]. Дополнительно были сделаны снимки с помощью цифрового фотоаппарата Panasonic DMC-FZ3. В ходе данного эксперимента было обработано более 500 штук примморф, размером 2–5 мм в диаметре.

Суммарную РНК из примморф и взрослой губки выделяли с использованием Trizol (Life Science, США), обрабатывали ДНКазой 1, свободной от РНКаз (Thermo Fisher Scientific) и проводили реакцию обратной транскрипции с набором First Strand cDNA Synthesis Kit (Thermo Fisher Scientific) в соответствии с инструкциями производителей. Полученные образцы кДНК использовали в качестве матриц при проведении ПЦР в реальном времени с неспецифической детекцией iQ SYBR Green Supermix (BioRad, USA) на амплификаторе Rotor-Gene 6000 (QIAGEN). Референсными последовательностями в анализе были housekeeping-гены: β-актин (ACTB) и фактор элонгации 1α (eEF1a1). Пары праймеров для детекции генов силикатеина, ACTB и eEF1a1 разработали на основе ранее опубликованных последовательностей (GenBank: AJ968947; AJ968946; AJ968945; AJ872183) и собственных данных:

Silf 5'AGTCACAGGGTCAGTGTGG / Silr 5'CATCACCACCACTGCAACC;
qActf 5'ACTGGGACGACATGGAGAAG / qActr 5'TGGCTAGGGTGTGAAGGTC;
qEf1af 5'GCAGCTAATCGTTGGTGTCA / qEf1ar 5'GTAGGTCGGTGCTTCTCTCG.

Они позволяют амплифицировать фрагменты генов силикатеинов, ACTB и eEF1a1 длиной 159, 162 и 188 п.н. соответственно.

Результаты исследования и их обсуждение

Долгоживущая культура примморф губок является важным инструментом в анализе белков и генов, вовлеченных в процесс метаболизма интересующих исследователя соединений. Она позволяет проводить в контролируемых условиях индукцию синтеза мРНК, кодирующих целевые белки, с одновременным контролем морфологических параметров. Объектом настоящего исследования служила культура примморф пресноводной эндемичной байкальской

губки *L. baicalensis* (Porifera, Demospongiae, Lubomirskiidae), являющаяся хорошим модельным объектом для прикладных исследований, в частности изучения метаболизма кремния, благодаря своим культуральным характеристикам.

После диссоциации клеток губки *L. baicalensis* в течение первого дня отдельные клетки собирались вместе и формировалась клеточная культура примморф *ex vivo*. Примморфы образовывали конгломераты неправильной формы с неровной поверхностью, которые постепенно становились сферическими. Через 1–2 дня молодые примморфы имели сферическую форму до 2 мм в диаметре и ровный гладкий эпителий (рис. 1).

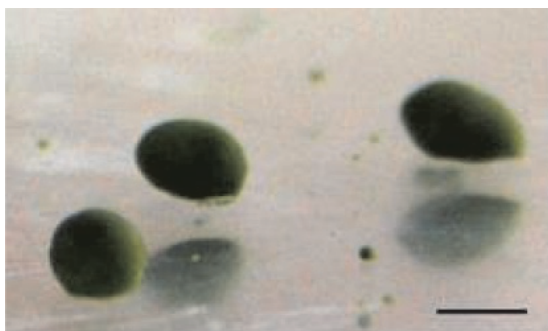


Рис. 1. Культура приморф, полученная из байкальской губки *L. baicalensis*. Масштаб изображения 1 мм

При культивировании приморф на НБВ отмечен интенсивный рост спикул в течение всего эксперимента. Количество спикул составило 40–50 на 10 полей зрения в каждом образце (рис. 2, А).

С целью получения максимально обогащенной по кремнию культуры для изучения индуцированного спикюлогенеза часть приморф культивировали на ИБВ в течение месяца. При этом активного образования молодых спикул не отмечали, на 10 полей зрения обнаруживали 2–10 спикул (рис. 2, Б). После добавления силиката натрия на 2 день наблюдали образование и рост ювенильных спикул. На шестой день после индукции на 10 полей зрения определили до 100 и более спикул для каждого образца (рис. 2, В).

Молодые спикулы были тонкими, хрупкими и гладкими, а затем по мере роста на них образовывались шипики. Спикулы в контрольном образце взрослой губки *L. baicalensis* незначительно отличались от спикул, образовавшихся в приморфах, они также были изогнуты и покрыты шипиками (рис. 3 А, Б).

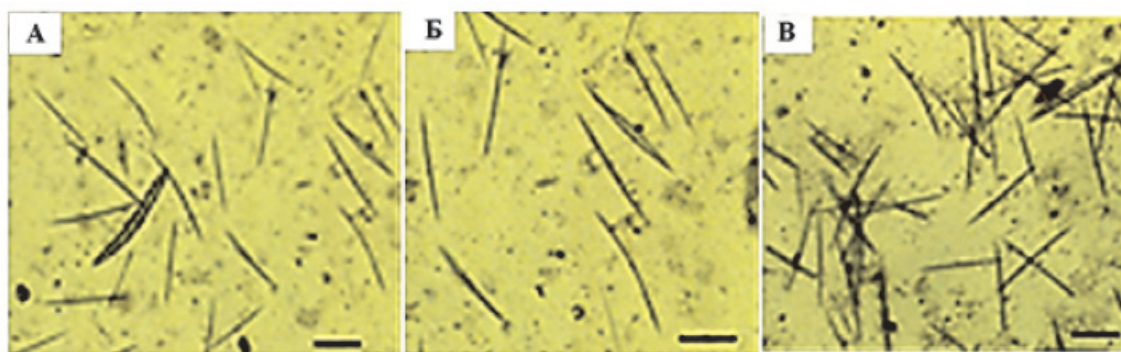


Рис. 2. Световая микроскопия образования кремневых спикул при культивировании клеточной культуры приморф на 6 день на различных средах: А – образование спикул на НБВ; В – образование спикул на ИБВ; С – образование спикул при индукции силикатом натрия. Масштаб изображения 60 μm

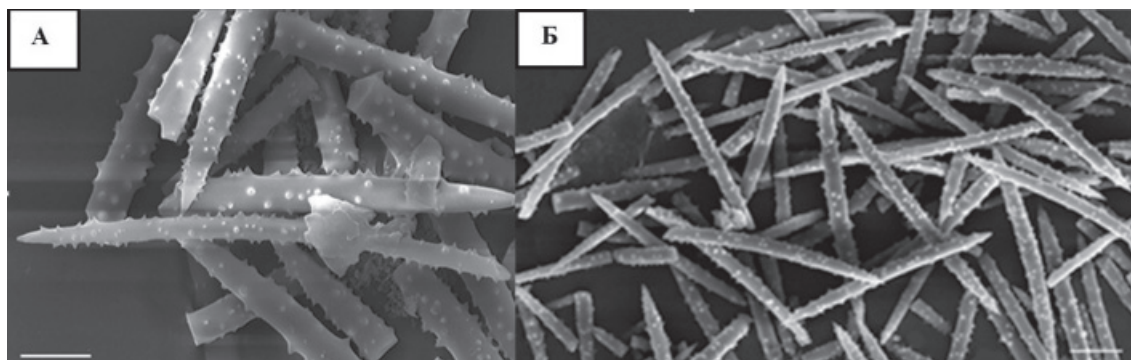


Рис. 3. СЭМ микроскопия кремневых спикул из взрослой губки *L. baicalensis* (А) и приморф после индукции силикатом натрия (Б). Масштаб изображения: 20 μm

Для анализа влияния увеличения концентрации солей кремниевой кислоты на уровень экспрессии генов силикатеинов с помощью PCR в реальном времени использовали образец взрослой губки (контрольный базовый уровень *in vivo*), образцы культивированных на НБВ примморф (контрольный базовый уровень *ex vivo*), примморф, культивированных на ИБВ (экспериментальный истощенный уровень *ex vivo*), и примморф, индуцированных силикатом натрия на первый, второй, третий и шестой дни индукции (экспериментальные уровни индукции *ex vivo*). Несмотря на то, что интенсивность образования спикул во всех образцах существенно отличалась, различия в количестве специфичной мРНК силикатеинов отмечены не были. Образцы примморф, индуцированных добавлением силиката натрия, не продемонстрировали роста дельта St для генов силикатеинов по сравнению с другими образцами на фоне массового развития спикул. Определение уровня экспрессии генов силикатеинов относительно референс-генов актина и фактора элонгации eEF1a1 осуществляли для каждого препарата кДНК по методу дельта дельта St. Уровень экспрессии мРНК силикатеинов претерпевал незначительные изменения и составлял 1,7–2 относительных единиц. Такие значения не могут считаться статистически значимыми изменениями в уровне экспрессии, так как лежат в пределах погрешности, что говорит о практически полном отсутствии индукции синтеза мРНК силикатеинов при индукции спиккулогенеза силикатом натрия.

Заключение

Таким образом, результаты проведенных экспериментов показали, что уровень экспрессии генов силикатеинов в байкальских губках напрямую не зависит от увеличения концентрации солей кремниевой кислоты, которое стимулирует образование кремнистых спикул. По-видимому, силикатеины непосредственно не связаны с отложением биогенного кремнезема и не принимают активного участия в начальных этапах метаболизма кремния. Можно предположить, что гены силикатеинов активизируются на более поздних стадиях спиккулогенеза, а начало процесса контролируют другие белки, которые либо остаются в теле клетки и не детектируются в составе спикул, либо откладываются затем в спикулах в виде комплекса с кремнеземом [2]. Поиск таких белков или других биологически активных соединений, отвечающих за отложение

биогенного кремнезема, остается насущной задачей.

Работа выполнена в рамках проекта VI.50.1.4 «Молекулярная экология и эволюция живых систем Центральной Азии на примере рыб, губок и ассоциированной с ними микрофлоры», № гос. рег. 01201353444 при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ № 13-04-00482.

Список литературы

1. Калюжная О.В., Беликова А.С., Подольская Е.П., Красько А.Г., Muller W.E.G., Беликов С.И. Идентификация силикатеинов пресноводной губки *Baicalospongia baicalensis* // Молекулярная биология. – 2007. – т. 41. – № 4. – С. 616–623.
2. Кондратов И.Г., Соловаров И.С., Деникина Н.Н., Лопатовская О.Г., Беликов С.И. Выделение и идентификация нового белка из спикул пресноводной губки *Lubomirskia bacillifera* // Известия ИГУ. Серия 'Биология. Экология'. – 2012. – т. 5. – № 4. – С. 147–151.
3. Cha J.N., Shimizu K., Zhou Y., Christiansen S.C., Chmelka B.F., Stucky G.D., Morse D.E. Silicatein filaments and subunits from a marine sponge direct the polymerization of silica and silicenes in vitro // Proc Natl Acad Sci U S A. – 1999. – Vol. 96, № 2. – P. 361–365.
4. Chernogor L.I., Denikina N.N., Belikov S.I., Ereskovsky A.V. Long-term cultivation of primmorphs from freshwater Baikal sponges *Lubomirskia baicalensis* // Marine Biotechnology. – 2011. – Vol. 13, № 4. – P. 782–792.
5. Chernogor L.I., Denikina N.N., Belikov S.I., Ereskovsky A.V. Formation of spicules during the long-term cultivation of primmorphs from the freshwater Baikal sponge *Lubomirskia baicalensis* // Organic Chem Current Res, 2011; available at: <http://dx.doi.org/10.4172/2161-0401.S2-001>
6. Custodio M.R., Prokic I., Steffen R., Koziol C., Borojevic R., Brummer F., Nickel M., Müller W.E.G. Primmorphs generated from dissociated cells of the sponge *Suberites domuncula*: a model system for studies of cell proliferation and cell death // Mech Ageing Dev. – 1998. – Vol. – 105. – P. 45–59.
7. Jones W.C. Spicule dimensions as taxonomic criteria in the identification of haplosclerid sponges from the shores of Anglesey // Zoological Journal of the Linnean Society. – 1984. – Vol. 80. – P. 239–259.
8. Mohri K., Nakatsukasa M., Masuda Y., Agata K., Funayama N. Toward Understanding the morphogenesis of siliceous spicules in freshwater sponge: differential mRNA expression of spicule-type-specific silicatein genes in *Ephydatia fluviatilis* // Dev Dyn. – 2008. – Vol. 237. – P. 3024–3039.
9. Morse D.E. Silicon biotechnology: harnessing biological silica production to construct new materials // Trends Biotechnology. – 1999. – Vol. 17. – P. 230–232.
10. Müller W. E.G., Boreiko A., Wang X., Belikov S.I., Wiens M., Grebenjuk V.A., Schlosmacher U., Schröder H.C. Silicateins, the major biosilica forming enzymes present in demosponges: Protein analysis and phylogenetic relationship // Gene. – 2007. – Vol. 395. – P. 62–71.
11. Pomponi S.A. Biology of the Porifera: cell culture // Can J Zool. – 2006. – Vol. 84. – P. 167–174.
12. Schröder H.C., Perović-Ottstadt S., Rothenberger M., Wiens M., Schwertner H., Batel R., Korzhev M., Müller I.M., Müller W.E.G. Silica transport in the demosponge *Suberites domuncula*: fluorescence emission analysis using the PDMPO probe and cloning of a potential transporter // Biochem J. – 2004. – Vol. 381. – P. 665–673.

13. Simpson T.L.; Volcani B.E. Silicon and siliceous structures in biological systems; Springer-Verlag: New York, 1981. 404 p.

14. Simpson T.L. The cell biology of sponges. Springer-Verlag, New York, NY, 1984. 627 p.

References

1. Kaluzhnaya O.V., Belikova A.S., Podolskaya E.P., Krasko A.G., Müller W.E.G., Belikov S.I. *Molekularnaya Biologiya*, 2007, vol. 41, pp. 616–623.

2. Kondratov I.G., Solovarov I.S., Denikina N.N., Lopatovskaya O.G., Belikov S.I. *Proceedings IGU.Seriya 'Biologiya. Ekologiya'*, 2012, vol. 5, pp. 147–151.

3. Cha J.N., Shimizu K., Zhou Y., Christiansen S.C., Chmelka B.F., Stucky G.D., Morse D.E. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 1999, vol. 96, pp. 361–365.

4. Chernogor L.I., Denikina N.N., Belikov S.I., Ereskovsky A.V. *Marine Biotechnology*, 2011, vol. 13, pp. 782–792.

5. Chernogor L.I., Denikina N.N., Belikov S.I., Ereskovsky A.V., *Organic Chem Current Res.* 2011, available at: <http://dx.doi.org/10.4172/2161-0401.S2-001>

6. Custodio M.R., Prokic I., Steffen R., Koziol C., Borujevic R., Brummer F., Nickel M., Müller W.E.G. *Mech Ageing Dev*, 1998, vol. 105, pp. 45–59.

7. Jones W.C. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 1984, vol. 80, pp. 239–259.

8. Mohri K., Nakatsukasa M., Masuda Y., Agata K., Funayama N. *Dev Dyn*, 2008, vol. 237, pp. 3024–3039.

9. Morse D.E. *Trends Biotechnology*, 1999, vol. 17, pp. 230–232.

10. Müller W. E.G., Boreiko A., Wang X., Belikov S. I., Wiens M., Grebenjuk V.A., Schlosmacher U., Schroder H. C. *Gene*, 2007, vol. 395, pp. 62–71.

11. Pomponi S.A. *Can J Zool*, 2006, vol. 84, pp. 167–174.

12. Schröder H.C., Perović-Ottstadt S., Rothenberger M., Wiens M., Schwertner H., Batel R., Korzhev M., Müller I.M., Müller W.E.G. *Biochem J*, 2004, vol. 381, pp. 665–673.

13. Simpson T.L.; Volcani B.E. Springer-Verlag: New York, 1981. 404 p.

14. Simpson T.L. Springer-Verlag, New York, NY, 1984. 627 p.

Рецензенты:

Огарков О.Б., д.м.н., зав. лабораторией эпидемически и социально значимых инфекций, ФГБНУ НЦ «Проблем здоровья семьи и репродукции человека» ФАНО, г. Иркутск;

Астафьев В.А., д.м.н., профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории эпидемически и социально значимых инфекций, ФГБНУ НЦ «Проблем здоровья семьи и репродукции человека» ФАНО, г. Иркутск.

Работа поступила в редакцию 28.11.2014.

УДК 910.1

ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ: КАРТОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЙ РЕГИОНАЛЬНЫХ ДИСПРОПОРЦИЙ

¹Родионова И.А., ²Нюсупова Г.Н.¹ФГАОУ ВПО «Российский университет дружбы народов», Москва, e-mail: iarodionova@mail.ru;²Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, e-mail: gulnaran@mail.ru

Проблемы развития человеческого общества, создания условий для благополучной и творческой жизни людей с разных позиций и точек зрения, неравномерности социально-экономического развития изучаются экономистами, демографами, социологами, политологами, обществоведами, географами и многими другими специалистами. Наличие разнонаправленных тенденций развития стран мира и их регионов обуславливает потребность в более глубокой и реалистичной разработке методологических и методических вопросов их изучения. В статье показано, что интегрирующая роль географических исследований, отождествляемых, прежде всего, с изучением пространственных отношений субъектов мирового хозяйства от глобального до локального уровня, выступает в качестве объединяющего фактора для всех исследовательских подходов. Одним из важнейших методов научных исследований является картографический метод. В статье показано, что картографические изображения являются наглядным способом отображения и инструментом для анализа региональных диспропорций социально-экономического развития.

Ключевые слова: картографический метод, пространственный анализ, региональные диспропорции, пространственные закономерности развития

SPATIAL REGULARITIES OF ECONOMIC DEVELOPMENT: CARTOGRAPHIC METHODS OF STUDY OF REGIONAL DISPARITIES

¹Rodionova I.A., ²Nyusupova G.N.¹Russian Peoples' Friendship University, Moscow, e-mail: iarodionova@mail.ru;²Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, e-mail: gulnaran@mail.ru

Problems of development of human society, creating conditions for successful and creative life of people with different perspectives and points of view, the uneven socio-economic development are studied by economists, demographers, sociologists, political scientists, social scientists, geographers, and many other specialists. The presence of divergent trends in the development of countries and their regions leads to the need for deeper and more realistic design and methodological issues of their study. The article shows that the integrating role of geographical studies, is identified primarily with the study of the spatial relationships of the subjects of the world economy from the global to the local level, acting as a unifying factor for all research approaches. One of the most important methods of research is the cartographic method. The article shows that the maps are the tools for the analysis of regional disparities of socio-economic development.

Keywords: cartographic method, spatial analysis, regional disproportion (regional disparities), spatial regularities of development

При всем многообразии научных взглядов, суждений и оценок относительно состояния современного мира и глобальных социально-экономических тенденций все исследователи (географы, экономисты, социологи, политологи и др.) сходятся на том, что система мирового хозяйства за последние десятилетия претерпела значительные изменения [4, с. 15]. Мировая экономика развивается в условиях глобализации. Растет число субъектов мирохозяйственного взаимодействия. Наряду с национальными государствами ими являются перешагнувшие национальные границы «производственно-инвестиционные комплексы» – транснациональные корпорации (ТНК). В связи с чем вопросы, касающиеся мирохозяйственной проблематики, необходимо рассматривать, изучая широкий круг проблем экономики, политики, философии, истории и культуры.

При этом, несомненно, должна возрасти роль географических методов исследования, которые предоставляют возможность изучить не только все многообразие условий функционирования мирового хозяйства, но и происходящие изменения, выявить региональные диспропорции развития на всех уровнях (от глобального до национального), причем в наиболее наглядной форме с использованием картографических изображений (тематических карт, картоидов, анаморфированных изображений и проч.).

Задача дисциплин экономико-географического профиля, которые находятся как бы на стыке наук географических и экономических и используют в своем арсенале методы исследования обеих, состоит не просто в описании хозяйственных объектов, а в выявлении «различий от места к месту», а также в возможности прогнозирования

тех или иных ситуаций. «Географическое мышление — это мышление, во-первых, привязанное к территории, кладущее свои суждения на карту и, во-вторых, связанное, комплексное, не замыкающееся в рамках одного «элемента» или одной «отрасли», иначе говоря, «играющее аккордами, а не одним пальчиком», — писал выдающийся географ Н.Н. Баранский [3, с. 110].

Все виды человеческой деятельности происходят когда-либо и где-либо. Экономика любой страны мира развивается под воздействием множества факторов в определенных природных и исторических условиях. Поэтому, чтобы определить направление и перспективы развития экономики страны и ее административно-территориальных образований, надо уметь всесторонне оценить природные условия, ресурсный потенциал территории, сложившиеся навыки, обычаи, традиции населения и размещение трудовых ресурсов, оценить особенности развития хозяйственного комплекса страны в целом и экономические связи отдельных районов, выявить неравномерность социально-экономического развития регионов страны. Только правильный учет совокупности всех условий и факторов позволит разумно использовать ресурсы, правильно разместить производительные силы по территории страны и создавать изделия с наименьшими затратами труда [5, 6]. Необходим многофакторный пространственно-временной анализ, который выявит взаимосвязи отдельных элементов хозяйственной системы и направления происходящих изменений.

Формирование пространственного мышления при подготовке будущих специалистов экономического профиля в вузах

В связи с вышеизложенным, а также с признанием самого факта неравномерности социально-экономического развития регионов и стран встает вопрос необходимости использования методов комплексного пространственного анализа в экономике, или географических методов. Важно оценить место дисциплин экономико-географического профиля при подготовке будущих специалистов-международников, экономистов, юристов, экологов в вузах. Приятно сознавать, что в последние годы происходит возрождение деятельности Русского географического общества, а также возвращение географии в качестве профильного предмета при сдаче единого государственного экзамена российскими школьниками на ряд направлений и специальностей. Во многих профильных российских вузах и классиче-

ских университетах, в которых существует адекватное понимание руководством значимости формирования пространственного мышления в экономическом образовании, уже введены в учебные планы курсы «Экономическая география», «Региональная экономика» и «Экономика природопользования» и др. Одной из важнейших воспитательных задач этих курсов является формирование навыков и умений, необходимых для анализа процессов и явлений современного мира. Подобный подход способствует развитию творческой и инициативной личности, воспитывает умение видеть проблемы и принимать решения.

Одним из важнейших методов научных исследований в географии является картографический метод. Он имеет ряд преимуществ перед иными формами представления результатов, характеризующих региональные диспропорции социально-экономического развития стран и территорий. Этот метод может служить одним из важнейших инструментов многостороннего анализа результатов математического моделирования явлений и процессов, происходящих в мировой и национальной экономике. Все виды человеческой деятельности происходят в географическом пространстве. И связи между объектами исследования осуществляются повсеместно на местном, региональном и глобальном уровне. Картографические изображения в наглядной форме иллюстрируют то или иное явление или процесс. Не заменяя собой статистические таблицы, картографические изображения демонстрируют статику (географическую картину на данный момент) и динамику процесса (за счет показа с помощью разных способов динамики того или иного процесса на одной карте, либо при составлении серии карт, иллюстрирующих положение дел на разные даты). Все это предоставляет возможность глубокого анализа того или иного экономического или социального явления.

Для составления карт в настоящее время имеются широкие возможности использования материалов специализированных периодических и справочных изданий международных организаций (ООН, ЮНИДО, ЮНКТАД, ОЭСР, Всемирный банк, Мировой экономический форум и др.), статистических справочников Федеральной службы государственной статистики России и справочных изданий других стран мира. Можно использовать материалы специальных докладов и тематических обзоров, подготовленных экспертами международных организаций, публикации периодической печати, а также данные, доступные через электронную сеть Интернет. Карты,

картосхемы, анаморфозы создаются не только вручную. Все чаще они составляются с помощью графических редакторов (CorelDraw, ArcGIS и др.) в разных операционных системах.

Картографические изображения, с одной стороны, иллюстрируют текстовую часть учебников и научных статей, оперирующих данными современной статистики. С другой стороны, выполненные карты могут стать инструментом для анализа, основой для самостоятельных научных исследований при выявлении региональных особенностей развития стран и их районов и характеристики региональных диспропорций, позволяя анализировать ситуацию или явление в динамике. Примерами подобного рода исследований могут служить опубликованные нами ранее научные работы, в которых приведены и составленные карты [1, 2, 8, 9, 10, 11].

Изучение того или иного явления или процесса при помощи использования картографического метода дает возможность формировать необходимый для современного образованного человека (выпускника вуза) уровень географической культуры и позволяет сформировать следующие ключевые компетенции: способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения; способность к анализу социально значимых проблем и процессов, происходящих в мире, и возможность прогнозировать их развитие в будущем; способность к анализу данных отечественной и зарубежной статистики; способность к выявлению тенденций развития того или иного явления или процесса.

Особенности создания картографических изображений для отображения неравномерности развития

Одним из основных видов картографирования является составление тематических карт. В данном аспекте важным подспорьем для научного анализа выступают географические атласы. Например, в процессе обучения школьников и студентов бакалавриата хорошо себя зарекомендовали карты справочного пособия «Социально-экономическая география мира (карты, диаграммы, графики, таблицы)» для учащихся общеобразовательных учреждений, студентов, преподавателей (2006–2012) и учебного пособия «Атлас. География. Профильный уровень» (2013–2014) [2, 8]. В этих атласах представлены не только картографические изображения, но и авторский текст, поясняющий все разделы атласа. При этом разделы атласа отражают современную картину мира во всей полноте: от характеристики со-

временной политической карты мира до показа современной ситуации во всех сферах мировой экономики (население, ресурсный потенциал, отрасли сельского хозяйства и промышленности, сфера услуг, включая туризм и транспорт, внешняя торговля, деятельность ТНК). Страницы атласа насыщены очень интересной дополнительной информацией – одни диаграммы характеризуют удельный вес регионов мира в тех или иных отраслях экономики, другие – дают представление о странах-лидерах с данными об их удельном весе в общемировых показателях производства и потребления. Даны ссылки и на источники информации.

Карты атласа вызывают множество вопросов, не давая и однозначных ответов, чем побуждают к творчеству. Они заставляют задуматься о происходящих в мире процессах, о проблемах глобального и регионального характера. Студенты, выполняя задания на семинарских занятиях и в процессе работы над курсовыми проектами, изучая карты атласов, имеют возможность составлять серии авторских карт, выполненных в программе графических редакторов CorelDraw, ArcGIS и др., иллюстрирующих процессы как в статике, так и в динамике. Картографический метод служит инструментом многостороннего анализа результатов математического моделирования явлений и процессов, происходящих в глобальной и национальной экономике, позволяет выявить пространственные закономерности в размещении производственных объектов и расселении населения. При этом для исследователей важным является не только сопоставление абсолютных экономических показателей (в том числе в динамике за ряд лет), но и относительных (фон на карте отражает показатели в расчете на душу населения). Из сопоставления отражаемых на картах данных выстраивается характеристика регионального аспекта того или иного процесса выявления региональных диспропорций развития.

Напомним, что для разного рода картографических изображений в атласах (мировых или региональных) не является обязательным нанесение координатной сетки (сетки параллелей и меридианов). Обязательным элементом является легенда карты или условные обозначения. Это систематический свод использованных на карте знаков с необходимыми к ним пояснениями, который служит ключом к чтению и анализу содержания карты. Правильно построенная легенда помогает раскрыть содержание карты. На полях карты или ее свободных местах внутри рамки (особенно в атласах) могут быть помещены дополнительные

данные – добавочные карты (карты-врезки), показывающие ту или иную территорию в более крупном масштабе, диаграммы, таблицы, фото и т.д., которые объясняют или дополняют основное содержание карты [2, 8].

Способы изображения на тематической (экономической) карте учитывают характер размещения и сущность картографируемых явлений. Число их невелико. Есть и особые способы изображения. Это – картограммы и картодиаграммы. Именно они наиболее часто используются при создании карт для картографической интерпретации явлений и процессов, приуроченных к какой-либо сетке территориального деления.

Картодиаграммы как бы пространственно локализуют статистические данные, но они не показывают, каким образом размещаются явления внутри отдельных территориальных единиц, и потому несовершенны с географической точки зрения. Значит, этот способ имеет определенную степень неточности. По внешнему виду картодиаграммы напоминают способ значков, но по существу они глубоко различны.

Картограммой называют способ изображения средней интенсивности какого-либо явления в пределах определенных территориальных единиц, чаще всего административных. В отличие от картодиаграмм, основой для составления которых служат абсолютные величины, в картограммах используются относительные показатели. Например, можно показать среднюю плотность населения, число пользователей интернета на 1000 жителей, производство промышленной продукции по стоимости в расчете на душу населения и т.д. И сразу будет представлена картина неравномерности развития стран и их регионов, так как для наглядности каждую территориальную единицу обычно раскрашивают так, чтобы по насыщенности цвета можно было судить об интенсивности явления. Цветовая гамма ступеней шкалы интенсивности цвета подбирается, во-первых, в соответствии со зрительными ассоциациями (если происходит ухудшение ситуации или снижение какого-либо показателя – выбираются холодные тона: серый, синий, зеленый, фиолетовый; если характеризуется улучшение ситуации, рост или развитие – то выбираются теплые тона: желтый, оранжевый, розовый, красный). Во-вторых, обязательным условием является увеличение интенсивности окраски или изменение цветового фона от слабого к более интенсивному при росте характеризуемого показателя (или снижение интенсивности при его уменьшении).

К достоинствам картограмм относится простота их построения и легкость вос-

приятия. Но они не показывают различий в интенсивности явлений внутри территориальных единиц, т.е. в некотором роде искажается подлинный характер размещения явлений (затрудняющий анализ региональных диспропорций). Но этот недостаток ослабляется с увеличением дробности территориального деления при составлении карт, например при переходе от составления карт по субъектам РФ к делению по районам или вообще по самым малым территориальным единицам (муниципальным образованиям).

Таким образом, картографический метод исследования сам по себе может служить инструментом многостороннего анализа явлений и процессов, происходящих в жизни общества. Мы глубоко убеждены в том, что потребность в подобного рода знаниях и умениях будет с каждым годом расти. Речь идет о методике определения проблемных районов и методах формирования региональной политики, о проблемах рационального использования ресурсной базы и др. Только люди со сформированным пространственным мышлением, анализирующие не только усредненные по странам абсолютные и относительные социально-экономические показатели, а изучающие в комплексе региональные аспекты развития, обладают методическим аппаратом для выявления и объяснения генезиса многочисленных проблем, инструментами для выработки на локальном, региональном и даже глобальном уровнях адекватных мер по их решению [7].

Наглядное представление о современной ситуации в мире, о позициях России и других стран СНГ в разных секторах мировой экономики, выявление неравномерностей социально-экономического развития на глобальном, региональном и страновом уровнях, которое предлагает картографический метод, позволит молодым специалистам понять, что у наших государств есть два пути развития. Либо Россия и Казахстан перейдут на инновационно-технологическую модель развития, либо скатятся в мировую периферию, как энергосырьевой придаток Западной Европы и Восточной Азии.

И России, и Казахстану просто-напросто не прожить только на добыче сырья и его первичной обработке, тем более что размещены ресурсы по территории наших государств крайне неравномерно (что также помогает понять картографический метод исследования), а значит, у разных регионов страны будут разные шансы для выживания. На рынках товаров массового спроса и среднего уровня технологичности наше производство также неконкурентоспособно

по ряду вполне известных причин. Иными словами какой-либо альтернативы научно-информационному и высокотехнологичному прорыву у России и Казахстана нет. Вопрос состоит лишь в том, как его добиться, на какой технической, организационной, институциональной, финансовой (инвестиционной) базе. Но эти вопросы выходят за рамки компетенций авторов и за рамки основной темы данной статьи.

Список литературы

1. Антипова Е.А., Родионова И.А. География научной сферы в условиях глобализации мирового хозяйства // Вестник БГУ. Сер.2. Химия, Биология, География. – 2014. – № 1. – С. 71–77.
2. Атлас. География. Профильный уровень / Холина В.Н., Родионова И.А., Наумов А.С. – М.: Дрофа; Изд-во ДИК, 2014. – 80 с.
3. Баранский Н.Н. Методика преподавания экономической географии. – 2-е изд., перераб. – М.: Просвещение, 1990. – 303 с.
4. Родионова И.А. Современное развитие стран мира и новые задачи экономической географии // Региональные исследования. – 2010. – № 2. – С. 15–25.
5. Родионова И.А., Холина В.Н. Курс «экономическая география» в вузах в контексте проблемы формирования профессиональных компетенций экономистов // Вестник Финансовой академии. – 2010. – № 5 (59) – С. 46–51.
6. Родионова И.А., Холина В.Н. Новое содержание и новые задачи экономической географии в формировании общекультурных и профессиональных компетенций студентов вузов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2010. – № 12. – С. 159–160.
7. Родионова И.А., Холина В.Н. Использование картографического метода при изучении социально-экономических явлений в высшей школе // Теоретические и прикладные проблемы географии. Материалы междунаучной конф. (Астана 9–10 июня 2014) / под ред. Г.М. Джаналеевой. – 2014. – Ч. II. – С. 281–283.
8. Социально-экономическая география мира (карты, диаграммы, графики, таблицы) для учащихся общеобразовательных учреждений, студентов, преподавателей / Холина В.Н., А.С. Наумов, И.А. Родионова / под общ. ред. В.Н. Холиной. – М.: Дрофа; Изд-во ДИК. – 2006–2012. – 72 с.
9. Nyussupova G., Rodionova I. Demographic situation and the level of human development of the Republic of Kazakhstan: regional aspects // Bulletin of Geography. Socio-economic series. – 2011. – № 16. – P. 75–87. <http://www.bulletinofgeography.umk.pl>.
10. Rodionova I. Competitiveness of countries in the world innovation economy: Central-Eastern Europe and Russia // Quaestiones Geographicae. – 2013. – № 32 (2), Issue 2. – P. 15–24, July 2013. <http://www.degruyter.com/view/j/quageo.2013.32.issue-2/quageo-2013-0010/quageo-2013-0010.xml?format=INT>.
11. Rodionova I. World industry in post-industrial society: tendencies and regional shifts // Miscellanea Geographica – Regional Studies on Development. – 2014. – Vol. 18, Issue 1 (Mar 2014). – P. 31–37. <http://www.degruyter.com/view/j/mgrsd.2014.18.issue-1/issue-files/mgrsd.2014.18.issue-1.xml>.

References

1. Antipova E., Rodionova I. *Gtographiya nauchni sfery v usloviyakh globalizatsii mirovogo khozyaistva* // Vestnik BGU. Seriya 2. Khimiya, Biologiya, Geographiya (Vestnik BSU. Ser.2. Chemistry, Biology, Geography), 2014, no. 1, pp. 71–77.
2. *Atlas. Geographiya. Profilnyi uroven* / Kholina V.N., Naumov A.S., Rodionova I.A. M.: Drofa; Izdatelstvo DIK (Moscow: Great Bustard; Publ DIK), 2013–2014. 80 p.
3. Baranskii N.N. *Metodika prepodavaniya ekonomicheskoi geographii*. 2 izdanie, pererab. M.: Prosveshenie (Moscow: Education), 1990. 303 p.
4. Rodionova I.A. *Sovremennoe razvitiye stran mira i novye zadachi ekonomicheskoi geographii* // Regionalnye issledovaniya (Regional studies), 2010, no. 2, pp. 15–25.
5. Rodionova I.A., Kholina V.N. *Kurs «Ekonomicheskaya geographiya» v vuzakh v kontekste problem formirovaniya professionalnykh kompetentsii ekonomistov* // Vestnik Finansovoi akademii (Bulletin of the Financial Academy), 2010, no. 5 (59), pp. 46–51.
6. Rodionova I.A., Kholina V.N. *Novoe sodержanie i novye zadachi ekonomicheskoi geographii v formirovanii obshchekulturnykh i professionalnykh kompetentsiy studentov vuzov* // Mejdunarodnyi jurnal prikladnykh i fundamentalnykh issledovaniy (International Journal of applied and fundamental research), 2010, no 12, pp. 159–160.
7. Rodionova I.A., Kholina V.N. *Ispolzovanie kartographicheskogo metoda pri izuchenii sotsialno-ekonomicheskikh yavlenii v vysshei shkole* // «Teoreticheskie i prikladnye problem geographii». Materialy mejdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (Theoretical and applied problems of geography. Material between. Scientific-practical conference. Astana 9–10 June 2014. Kazakhstan) / Pod red. G.M. Djanaleevoy, 2014. Chast.II. P. 281–283.
8. *Sotsialno-ekonomicheskaya geographiya mira* (karty, diagrammy, graphiki, tablitsy) dlya uchashikhsya obshchekulturnykh uchrejdenii, studentov, prepodavatelei / Kholina V.N., Naumov A.S., Rodionova I.A. // Pod obsh. Red. V.N. Kholinoy. M.: Drofa; Izdatelstvo DIK (Moscow: Great Bustard; Publ DIK), 2006–2012. 72 p.
9. Nyussupova G., Rodionova I. *Demographic situation and the level of human development of the Republic of Kazakhstan: regional aspects* // Bulletin of Geography. Socio-economic series, 2011, no. 16, pp. 75–87. Available at: <http://www.bulletinofgeography.umk.pl>.
10. Rodionova I. *Competitiveness of countries in the world innovation economy: Central-Eastern Europe and Russia* // Quaestiones Geographicae, 2013, no. 32 (2). Issue 2, pp. 15–24, July 2013. Available at: <http://www.degruyter.com/view/j/quageo.2013.32.issue-2/quageo-2013-0010/quageo-2013-0010.xml?format=INT>.
11. Rodionova I. *World industry in post-industrial society: tendencies and regional shifts* // Miscellanea Geographica – Regional Studies on Development, 2014, Vol. 18, Issue 1 (Mar 2014), pp. 31–37. Available at: <http://www.degruyter.com/view/j/mgrsd.2014.18.issue-1/issue-files/mgrsd.2014.18.issue-1.xml>.

Рецензенты:

Герасименко Т.И., д.г.н., профессор, Оренбургский государственный университет, г. Оренбург;

Шкваря Л.В., д.э.н., профессор, Российский университет дружбы народов, г. Москва. Работа поступила в редакцию 28.11.2014.

УДК 574:550. 42:662.51

НЕКОТОРЫЕ ВАЖНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ШАХТНЫХ ВОД В ВОСТОЧНОМ ДОНБАССЕ

Гавришин А.И.

*Южно-Российский государственный политехнический университет
им. М.И. Платова, Новочеркасск, e-mail: agavrishin@rambler.ru*

Выполнен анализ формирования химического состава шахтных вод в Восточном Донбассе. Использовано более 1500 химических анализов вод для описания пространственных и временных закономерностей, которые выявлены по данным за столетний период. Количественный анализ тренда основан на оригинальном G-method – методе классификации многомерных наблюдений. Четыре главных направления изменения состава шахтных вод выявлены по результатам многомерного моделирования. Изменение состава шахтных вод носит волнообразный характер. Максимальная минерализация вод и содержание всех компонентов выявлены в период восстановления угольных шахт после оккупации территории (40-е и 50-е годы) и после ликвидации угольных шахт путём затопления (1994–2002 гг.). Максимальный вынос растворенных веществ шахтными водами на поверхность отмечен после массовой ликвидации угольных шахт в Восточном Донбассе. Высказана необходимость осуществления мер по реабилитации окружающей среды региона.

Ключевые слова: шахтные воды, химический состав, Восточный Донбасс

SOME IMPORTANT TRENDS OF FORMING OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF MINE WATERS IN THE EASTERN DONETS BASIN

Gavrishin A.I.

*South-Russian State Polytechnic University n.a. M.I. Platov,
Novocherkassk, e-mail: agavrishin@rambler.ru*

We have done the analysis of forming of the chemical composition of mine waters in the Eastern Donets Basin. More than 1500 chemical analysis of waters used to describe spatial and temporal patterns, which have been identified based on data for the 100-year period. The quantitative trend analysis is based on the original G-mode – the method of classification of multivariate observations. The four main directions of changes in the composition of mine water were outlined in detailed examination of the results of dimensional modeling. Change of mine water is wavy in nature. Maximum total dissolved solids (TDS) and all components identified in the recovery period of coal mines after the occupation of the territory (40-e and 50-e years), and after the mass liquidation of coal mines by flooding (1994–2002). The maximum removal of dissolved substances mine waters to the surface marked after the elimination of coal mines in the Eastern Donets Basin. The need to implement measures for the rehabilitation of the environment in the region expressed.

Keywords: mine water, chemical composition, the Eastern Donets Basin

На протяжении многих десятилетий на состояние окружающей среды и условия жизнеобитания Восточного Донбасса наиболее интенсивное влияние оказывают предприятия угледобывающего, углеперерабатывающего, машиностроительного, металлургического, сельскохозяйственного и химического профилей, жилищно-коммунальное хозяйство. Среди основных источников негативного воздействия на окружающую среду необходимо отметить действующие и недавно ликвидированные угольные шахты, давно закрытые и брошенные шахты, породные отвалы шахт, пруды-отстойники. Указанные факторы формируют мощные потоки загрязнения воздушной, водной и геологической сред, техногенную трещиноватость горных пород, оседание земной поверхности, засоление почв, вызывают деформацию зданий, сооружений и коммуникаций, заиливание

водотоков и многие другие негативные последствия [5].

В районах действующих угольных шахт образуются мощные депрессионные воронки под влиянием интенсивной откачки шахтных вод, в формировании которых принимают участие подземные воды, поверхностные водотоки и атмосферные осадки, проникающие через зону техногенной трещиноватости. Каждая депрессионная воронка оказывает существенное негативное влияние на экологическое состояние территории с исчезновением родников и поверхностных водотоков, осушением массивов горных пород, прекращением функционирования водозаборов подземных вод и другими отрицательными последствиями.

Реструктуризация угольной промышленности и массовое закрытие угольных шахт в Восточном Донбассе ещё более интенсифицировали процессы оседания

земной поверхности и деформации горных пород, подтопления территорий и породных отвалов, формирования аномальных по составу вод и интенсивное загрязнение поверхностных, выделение «мертвого воздуха» и многие другие отрицательные явления. Всё это потребовало обобщения геоэкологической ситуации в рассматриваемом регионе, которое частично выполнено в настоящей работе.

Для изучения закономерностей формирования химического состава шахтных вод Восточного Донбасса привлечено более 1500 анализов за период от 1920 до 2010 года. Около 1000 анализов относятся к действовавшим и действующим шахтам и более 500 анализов отобрано во время ликвидации угольных шахт и после ликвидации. По этим данным рассчитан средний состав вод по годам за указанный период и выявлены закономерности его изменения, выполнена оценка выноса растворенных веществ шахтными водами на поверхность и другие вопросы.

Для анализа гидрогеохимических закономерностей использован оригинальный G-метод классификации многомерных наблюдений (выделения однородных совокупностей-таксонов), основанный на критерии Z-квадрат (Гавришина), детальное описание которого можно найти в ряде публикаций автора [1, 3, 4, 7]. Отметим только главные особенности метода и разработанной на его основе компьютерной технологии AGAT-2. Метод позволяет:

- строить классификации наблюдений в условиях отсутствия априорных сведений о таксономической структуре (задача без учителя);
- задавать различные уровни классификации наблюдений и получать различную

детальность таксономических построений (классы, подклассы и т.д.);

- использовать при построении классификации различия между однородными таксонами по средним значениям, изменчивости и по корреляционным связям признаков;
- не вводить ограничения между числом признаков и числом наблюдений;
- использовать зависимые признаки;
- оценивать сходство-различие между однородными таксонами;
- оценивать информативность признаков в полученной таксономической структуре;
- классифицировать новые наблюдения.

При построении классификации многомерных наблюдений задаётся критическое значение радиуса однородного таксона G_q . Изменяя G_q , можно получить классификации различного уровня детальности и различной степени однородности таксонов. Чем меньше значение G_q , тем выше однородность таксонов, больше детальность классификации, но ниже надежность обоснованности различий между таксонами.

Основные направления изменения состава шахтных вод

Для характеристики основных направлений изменения химического состава шахтных вод в Восточном Донбассе использованы данные опробования 1992 г. (46 шахт) перед периодом массового закрытия угольных шахт (установленные закономерности аналогичны полученным во все другие периоды опробования). Анализ выполнен с помощью метода многомерного классификационного моделирования на основе G-метода по компьютерной программе AGAT-2. Особенности химического состава вод различных гидрогеохимических направлений отчетливо видны уже по среднему составу (табл. 1).

Таблица 1

Средний химический состав шахтных вод по гидрогеохимическим направлениям (мг и % – моль, М – минерализация вод)

Направление	pH	HCO ₃	SO ₄	Cl	Ca	Mg	Na	Fe	M
1	6,0	360	2515	266	349	205	730	11,1	4450
		9	80	11	26	26	48		
2	7,6	516	1577	730	290	138	873	3,4	4235
		14	53	33	23	18	59		
3	7,8	487	1489	1396	179	124	1370	1,6	5055
		10	40	50	11	13	76		
4	7,6	1217	1105	885	107	84	1350	1,1	4566
		29	34	37	8	10	82		

Первое направление связано с преобразованием исходных слабоминерализованных гидрокарбонатно-сульфидных вод в кислые (рН до 2,0) сульфатные воды с высокими содержаниями Fe, MN, Al, Cu и других металлов и обусловлено интенсивным развитием процессов окисления серы (преимущественно пирита), содержащихся в углях и вмещающих породах (в среднем 3,5 %, нередко до 6 % и более). Типоморфными компонентами этих вод являются SO_4 (высокое содержание) и HCO_3 (низкое содержание).

Второе гидрогеохимическое направление характеризуется переходом гидрокарбонатно-сульфатных вод в хлоридно-сульфатные нейтральные, которые в незначительной степени обогащены Fe и MN. Теперь наряду с процессами окисления серы приблизительно равную роль начинают играть процессы увеличения концентраций хлор-иона за счет притока хлоридных подземных вод при углублении угольных шахт. Типоморфными компонентами второго направления являются SO_4 и Cl (повышенной концентрации).

Третье гидрогеохимическое направление изменения состава шахтных вод фиксирует преобразования гидрокарбонатно-сульфатных вод в сульфатно-хлоридные. На первое место выходит процесс роста концентрации Cl за счет притока хлоридных подземных вод при отработке глубоких шахтных горизонтов. Рост концентрации SO_4 и процесс окисления сульфидов переходит на второе место (кислые воды при этом не образуются). Типоморфным компонентом направления является Cl (высокие концентрации).

По четвертому гидрогеохимическому направлению формирования химического состава шахтных вод образуются содовые гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридные и хлоридно-натриевые воды с высокими содержаниями HCO_3 и очень низкими Ca и Mg. Типоморфными компонентами четвертого направления являются содержания HCO_3 и Cl (высокие содержания), а также Ca и Mg (низкие содержания) (табл. 1). Четвёртое направление изменения состава шахтных вод относится к уникальным, поскольку формируются оригинальные содовые воды. Их генезис связан с притоком в горные выработки содовых подземных вод, которые, по нашему мнению, образуются в результате процессов конденсации водяных паров из водоуглеродной фазы. Теперь следует признать наличие в пределах Восточного Донбасса нефтегазовых скоплений, особенно в Гуково-Зверевском угленосном районе [2].

Таким образом, выделено и количественно описано четыре главных гидрогео-

химических направления. По первому направлению образуются кислые сульфатные воды с высокими содержаниями Fe, MN, Al и других металлов. По второму направлению формируются нейтральные хлоридно-сульфатные воды. По третьему направлению происходит трансформация гидрокарбонатно-сульфатных вод в слабощелочные сульфатно-хлоридные. Четвертое направление приводит к появлению гидрокарбонатно-хлоридных содовых вод. Выделенные направления позволяют уверенно прогнозировать изменение состава шахтных вод в процессе отработки месторождений.

Закономерности изменения химического состава шахтных вод

На протяжении всего изученного столетия в составе шахтных вод происходили следующие изменения. В 20-е годы шахтные воды в среднем имели довольно умеренную минерализацию (2,8 г/л) и хлоридно-сульфатный кальциево-магниевый-натриевый состав (табл. 2). Результаты опробования шахтных вод в 1943–1944 гг. на шахтах треста Несветайантрацит (Новошахтинский участок) выявили новую тенденцию: резко возросла минерализация вод (до 4 г/л) и содержание SO_4 , снизилась величина рН. Такая ситуация сложилась в результате того, что угольные шахты были восстановлены после затопления во время оккупации территории в Великую Отечественную войну. Процесс затопления шахт способствовал вовлечению в сферу активного взаимодействия с водами больших объемов пород и угля в зоне отработки и интенсивной техногенной трещиноватости. Это был аналог ситуации, которая складывается в настоящее время при ликвидации угольных шахт «мокрым способом» и наиболее активно проявилась на ш. Комиссаровская.

В начале 50-х годов гидрогеохимическая ситуация выглядела следующим образом: еще более возросла средняя минерализация шахтных вод (4,9 г/л), увеличились концентрации SO_4 , Cl и Na (табл. 2). Это значит, что со временем не произошло быстрого снижения спровоцированных затоплением интенсивных процессов окисления сульфидов, и эта ситуация сохраняется на многие годы. К середине 60-х годов [6], когда многие старые шахты были закрыты и интенсивно эксплуатировались новые, ситуация стала выравниваться: снизились содержания SO_4 , уменьшилась минерализация вод, несколько повысилась величина рН (табл. 2). В дальнейшем до начала 90-х годов шло постепенное закрытие шахт, средний состав вод менялся в сторону роста минерализации (4,4 г/л) за счет увеличения

содержаний Cl , HCO_3 и Na ; средние содержания SO_4 оставались приблизительно на

постоянном уровне, величина pH в среднем увеличилась (7,5).

Таблица 2

Средний химический состав шахтных вод в различные периоды опробования (мг и % – моль)

Период	pH	HCO_3	SO_4	Cl	Ca	Mg	Na	Fe	M
20-е годы	6,9	199	1443	397	233	184	405	(0,1)	2860
		7	68	25	26	35	39		
40-е годы	4,4	25	2590	257	304	219	642	(32)	4040
		1	88	11	25	30	45		
50-е годы	5,2	221	2795	443	330	191	964	(52)	4947
		5	78	17	23	20	57		
60-е годы	6,7	256	1741	448	98	217	710	1,1	3400
		8	68	24	10	35	55		
1992 год	7,5	580	1700	730	205	137	1035	3,6	4390
		15	54	31	15	17	68		
1999 год	7,6	676	1542	378	157	129	800	6,6	3546
		20	60	20	15	20	65		
2002 год	7,1	610	1950	460	223	194	824	47	4270
		16	63	21	17	26	57		
2010 год	7,1	626	2805	443	386	267	912	39	5466
		13	72	15	24	27	49		

Ситуация начала довольно интенсивно изменяться в 90-е годы, когда началась массовая ликвидация угольных шахт в Восточном Донбассе путем затопления, сухой консервации и переборки вод ликвидированных шахт в соседние действующие шахты. Начались преобразования компонентного состава вод: возросли концентрации сульфат-иона, железа, снизилась величина pH и содержания хлор-иона. Это объясняется снижением притока подземных вод, которые дренировались нижними горизонтами отработки и формировали второе, третье и четвертое направления изменения состава шахтных вод. Вместе с тем значительно усилились процессы взаимодействия вод с твердой фазой в затопленных горных выработках и в зоне техногенной трещиноватости, что привело к определенному усилению процессов окисления сульфидов и растворению сульфатов. Указанные интенсивные изменения состава шахтных вод четко фиксируются в результатах опробования шахтных вод в 2010 году (табл. 2): еще более снизился приток подземных вод глубокой циркуляции, усилились процессы в природно-техногенном резервуаре. Значительно возросла минерализация, преимущественно за счет роста содержания сульфатов, кальция и магния. Особенно высоки концентрации железа.

Таким образом, трансформация химического состава шахтных вод в рассма-

триваемом регионе имеет волнообразный характер: резкий рост минерализации вод и содержания всех компонентов происходит после затоплений угольных шахт.

Изменение геоэкологической обстановки в Восточном Донбассе

На ухудшение геоэкологической обстановки в Восточном Донбассе существенное влияние оказывает вынос растворенных веществ на поверхность шахтными водами. Результаты анализа этой ситуации за 50 лет приведены в табл. 3.

В 60-е годы объем шахтных вод достигал 75 млн $\text{м}^3/\text{год}$, а вынос с ними на поверхность растворенных веществ составил 270 тыс. т/год; почти половина этого выноса приходилась на сульфат-ион (131 тыс. т/год), вынос железа равнялся 0,1 тыс. т/год, а величина pH стала 6,7 (табл. 3). Все это свидетельствовало об интенсивном развитии процессов окисления серы и сульфидов.

В последующий период до 1992 года происходило в основном расширение шахтных полей и углубление шахт с отработкой более глубоких угольных пластов. Общий объем шахтных вод достигает максимального значения в 90 млн $\text{м}^3/\text{год}$ (вырос в 1,63 раза). Вынос растворенных веществ увеличился в 1,5 раза и составил 395 тыс. т/год (табл. 3); но вынос SO_4 увеличился всего в 1,2 раза, а Cl – в 2 раза, выросло количество железа в 3 раза и величина pH до 7,5.

Таблица 3

Объем шахтных вод (млн м³/год) и вынос ими на поверхность растворенных веществ в Восточном Донбассе

Дата	Объем	Компоненты шахтных вод (тыс. т/год)						pH
		Растворенные вещества	SO ₄	Cl	Ca	Mg	Fe	
1966	75	270	131	34	7,3	16	0,1	6,7
1992	90	395	155	63	18	13	0,3	7,5
1999	45	160	66	17	7	6	0,3	7,6
2002	72	380	170	32	16	18	3,3	7,1
2006	73	386	204	23	22	19	6,0	6,9
2010	78	426	218	35	30	21	3,0	7,2

После 1992 г. началась ликвидация большинства угольных шахт Восточного Донбасса путем полного затопления выработанного пространства или частичного затопления с перекачкой шахтных вод в соседние шахты. Данные 1999 года относятся к этому периоду, когда поток вод был направлен в затопливаемые шахты и сведения по выносу растворённых веществ на поверхность (составлял минимум) рассчитаны только по 14 функционировавшим в то время шахтам.

После практического завершения ликвидации шахт региона с 2002 года начался рост выноса растворённых веществ на поверхность (табл. 3), увеличился вынос большинства компонентов, особенно железа (в 30–60 раз), SO₄ и снизилась величина pH. В 2006–2010 годах происходит дальнейший рост выноса на поверхность растворенных веществ до 426 тыс. т/год, что больше, чем до ликвидации шахт. Обобщение данных показало, что после завершения ликвидации угольных шахт вынос растворенных веществ, содержаний сульфат-иона и особенно железа достиг максимальных значений, т.е. процесс загрязнения поверхностных и подземных вод получил еще большее развитие в исследуемом регионе.

Большинство рек в Восточном Донбассе под влиянием сброса шахтных вод практически утратили водохозяйственное значение и рекреационную ценность. Сократились запасы, ухудшилось качество, вырос дефицит питьевых и технических природных вод. Наибольший вынос растворенных веществ, сульфат-иона и железа происходит в реку Грушевка (167; 91 и 2,5 тыс. т/год соответственно), Кундрючья (100; 50; 0,37), Кадамовка (91; 57; 0,76), Лихая (35; 17; 0,48). Наиболее загрязненным является бассейн реки. Тузлов.

После массовой ликвидации угольных шахт началось интенсивное формирование потоков загрязнения подземных вод регио-

на. Значительно изменился средний состав подземных вод, например, с 1950 по 2010 г. минерализация увеличилась с 1,2 до 3 г/л, содержания сульфат-иона с 0,5 до 1,3 г/л. Грунтовые воды по результатам опробования колодцев и скважин в хуторах Лихой, Комиссаровский, Волченский и др. имеют минерализацию до 12–13, содержания SO₄ до 7–8 г/л, Fe до 15 мг/л.

Таким образом, после завершения массовой ликвидации угольных шахт в рассматриваемом регионе произошло резкое ухудшение геоэкологической обстановки и требуется принятие эффективных реабилитационных мер.

Выводы

Применение математико-статистических методов, оригинального математического моделирования на основе метода классификации многомерных наблюдений (G-method) и использование компьютерной технологии АГАТ-2 позволило надёжно обосновать важные закономерности формирования химического состава шахтных вод в Восточном Донбассе.

Выделено четыре главных направления изменения химического состава вод. Генезис первого направления связан с проявлением интенсивных процессов окисления сульфидов и серы. Второе направление обусловлено ослаблением процессов окисления и началом притока хлоридных подземных вод. По третьему направлению формируются сульфатно-хлоридные воды, и их генезис связан с приносом хлор-иона подземными водами.

Генезис четвёртого направления, когда образуются оригинальные содовые по составу воды, обусловлен притоком в горные выработки содовых подземных вод, которые формируются в результате конденсации водяных паров из водоуглеродной фазы. Делается вывод о возможном наличии в пределах Восточного Донбасса нефтегазовых

скоплений, прежде всего в Гуково-Зверевском угленосном районе [2].

Изменение химического состава шахтных вод во времени за изученный столетний период носит волнообразный характер. Максимальная минерализация и содержание компонентов приходится на время восстановления шахт после затопления (40-е и 50-е годы) и на период после массовой ликвидации угольных шахт региона.

Наиболее значительное ухудшение геоэкологической ситуации в Восточном Донбассе и наибольший вынос растворенных веществ шахтными водами на поверхность зафиксирован после массовой ликвидации угольных шахт. Происходит формирование интенсивных потоков загрязнения поверхностных и подземных вод, которые становятся непригодными для питьевого и рыбохозяйственного использования. Всё это настоятельно требует проведения мер по реабилитации геоэкологической обстановки в регионе.

Список литературы

1. Гавришин А.И. Гидрогеохимические исследования с применением математической статистики и ЭВМ. – М.: Недра, 1974. – 146 с.
2. Гавришин А.И. О генезисе маломинерализованных содовых вод Донбасса // ДАН. – 2005. – Т. 404, № 5. – С. 668–670.
3. Гавришин А.И. Математическая геология // Международный журнал экспериментального образования. – М.: изд. РАЕ, 2011. – № 6. – С. 16–17.
4. Гавришин А.И., Корadini А. Многомерный классификационный метод и его применение при изучении природных объектов. – М.: Недра, 1994. – 92 с.
5. Гавришин А.И., Корadini А. Происхождение и закономерности формирования химического состава подземных

и шахтных вод в Восточном Донбассе // Водные ресурсы. – 2009. – Т. 36, № 5. – С. 564–574.

6. Назарова Л.Н. Шахтные воды восточной части Донецкого бассейна и некоторые вопросы происхождения их химического состава // Гидрохимические материалы. – 1968. – Т. 47. – С. 99–109.

7. Gavrishin A.I., Coradini A., Cerroni O. Multivariate classification method in planetary sciences // Earth, Moon, Planets. – 1992. – Т. 59. – P. 141–152.

References

1. Gavrishin A.I. Gidrohimicheskie issledovaniya s primeneniem matematicheskoi statistiki i EWM. (Hydrogeochemical studies using mathematical statistics and computing). M.: Nedra, 1974. 146 p.
2. Gavrishin A.I. DAN. 2005. T. 404, no. 5. pp. 668–670.
3. Gavrishin A.I. Mezhdunarodny zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya. M.: RAE, 2011. no. 6. pp. 16–17.
4. Gavrishin A.I., Coradini A. Mnogomerniy klassifikatsionny metod i ego primeneniye pri izuchenii prirodnykh obektov. (Multidimensional classification method and its application in the study of natural objects). M.: Nedra, 1994. 92 p.
5. Gavrishin A.I., Coradini A. Vodnye resursy. 2009. T. 36, no. 5. pp. 564–574.
6. Nazarova L.N. Gidrokhimicheskie materialy. 1968. T. 47. pp. 99–109.
7. Gavrishin A.I., Coradini A., Cerroni O. Earth, Moon, Planets. 1992. T. 59. pp. 141–152.

Рецензенты:

Щеглов В.И., д.г.-м.н., профессор, заведующий кафедрой прикладной геологии, Южно-Российский государственный политехнический университет (Новочеркасский политехнический институт) имени М.И. Платова, г. Новочеркасск;

Кондюрина Т.А., д.т.н., профессор кафедры прикладной геологии, Южно-Российский государственный политехнический университет им. М.И. Платова, г. Новочеркасск.

Работа поступила в редакцию 28.11.2014.

УДК 615.235:616.23 – 092.18 – 092.9

ВЛИЯНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО ПРЕПАРАТА АМКЕСОЛ НА МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЛЕГОЧНОЙ ТКАНИ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ БРОНХОАЛЬВЕОЛИТЕ

Стороженко Е.В., Наумова О.В., Звягинцева Т.В.

Харьковский национальный медицинский университет, Харьков, e-mail: storoz13@mail.ru

Изучено влияние нового комбинированного препарата сироп Амкесол (амброксола гидрохлорид, кетотифена фумарат, теобромин и экстракт солодки сухой) на морфологические и морфометрические изменения в легочной ткани при экспериментальном бронхоальвеолите на животных раннего детского возраста. Комплексное морфологическое и морфометрическое исследование легких показало, что при лечении лабораторных животных с экспериментальным бронхоальвеолитом новой комбинацией лекарственных препаратов по сравнению с группой животных без лечения микроскопическая картина характеризуется купированием воспалительно-пролиферативных процессов и дисциркуляторных расстройств в структурных компонентах легочной ткани, уменьшением распространенности острой эмфиземы, снижением выраженности альтеративных изменений и проявлений антигенной стимуляции с восстановлением морфологической структуры лимфоидной ткани, что позволяет считать целесообразным применение нового комбинированного препарата С-АКС при лечении бронхо-легочной патологии.

Ключевые слова: бронхолегочные заболевания, сироп Амкесол, детские лекарственные формы, бронхоальвеолит, морфология легких

EFFECT OF AMKESOL ON MORPHOLOGICAL PORPERTIS OF LUNG TISSUE IN EXPERIMENTAL BRONCHOALVEOLITIS IN RATS

Storozhenko E.V., Naumova O.V., Zvyagintseva T.V.

Kharkiv National Medical University, Kharkiv, e-mail: storoz13@mail.ru

The aim of this study was to determine histologically the efficacy of the new combined preparation amkesol (S-AKS) given as syrup on the inflammation process of lung tissue in rats of different age. Experimental bronchoalveolitis was performed on 1-month-old 30 WAG rats of both sexes by inhalation of irritant Sephadex A-25 Pharmacia, Sweden (5 mg/kg). Animals were randomly divided into three groups: intact, control (without treatment), and the groups that received daily S-AKS (0.9 ml/kg). Tissue samples were collected on 7th and 14th days. Histological evaluation was provided using van Gieson and hematoxylin and eosin staining. On the 7th day after administration of the irritant in control group acute bronchitis, neutrophilic alveolitis and vicarious emphysema were observed. On the 14th day lymphoma in the same group histiocytic granulomatous was developed. In group treated by amkesol on 7th day neutrophilic infiltration in bronchial walls submucous was decreased, the relative volumes of the lumen of the alveoli and interalveolar walls was normalized. Using of S-AKS for 14 days caused a significant decrease in severity of acute emphysema, in the alterations and marks of antigenic stimulations with restoration of morphological properties of lymphoid tissue.

Keywords: chronic broncho-pulmonary disease, syrup Amkesol, children medicinal forms, bronchoalveolitis, morphology of the lung tissue

По данным ВОЗ бронхо-легочные заболевания являются одной из наиболее распространенных патологий в детской практике. Повторные острые респираторные заболевания способны вызывать сенсibilизацию организма, приводя к развитию генерализованных реакций гиперчувствительности бронхов с последующим формированием рецидивирующих бронхитов, бронхиальной астмы (БА) и других бронхо-легочных заболеваний [2, 12]. Эпидемиологические исследования последних лет с использованием современных критериев диагностики в педиатрии позволяют считать, что рецидивирующие бронхиты, особенно обструктивные формы, являются манифестацией БА [10], а гиперреактивность бронхов – ведущий патофизиологический механизм ее развития. В качестве факторов риска формиро-

вания БА рассматриваются: недоношенность, перинатальные повреждения центральной нервной системы, низкая масса тела при рождении, угроза прерывания беременности, перинатальная асфиксия [8, 9].

Ранее нами было показано, что новый комбинированный препарат сироп Амкесол (С-АКС), содержащий амброксола гидрохлорид, кетотифена фумарат, теобромин и экстракт солодки сухой, обладает противовоспалительным, жаропонижающим, противоаллергическим, спазмолитическим и противокашлевым действием [5, 6, 7] у лабораторных животных месячного возраста (что по морфофункциональным особенностям соответствует 3 годам жизни человека) [4]. Учитывая, что морфологической основой бронхиальной гиперчувствительности при БА является хроническое

аллергическое воспаление дыхательных путей, наблюдающееся на всех этапах заболевания, независимо от его тяжести и течения [14, 15], представляет интерес исследование морфогенеза верхних дыхательных путей под влиянием С-АКС.

Целью работы является изучение влияния нового комбинированного препарата С-АКС на морфогенез легочной ткани при экспериментальном бронхоальвеолите на лабораторных животных месячного возраста.

Материалы и методы исследования

Работа была выполнена на 30-месячных крысах линии WAG обоих полов. Животные были разделены на 3 группы: интактные ($n = 6$), контроль – бронхоальвеолит без лечения в динамике развития воспаления на 7 ($n = 6$) и 14 ($n = 6$) сутки, и основная группа с экспериментальным бронхоальвеолитом, ежедневно получавшая С-АКС (0,9 мл/кг) на протяжении 7 ($n = 6$) и 14 ($n = 6$) дней. Воспаление вызывали ингаляционным введением Сефадекса А-25 (Pharmacia, Швеция) (5 мг/кг). Материалом для морфологического исследования послужили легкие крыс всех исследуемых групп в разные сроки эксперимента. Гистологические исследования проводились в соответствии с общепринятыми методами. Срезы тканей окрашивались гематоксилином и эозином, фукселином с докрасиванием пикрофусином по методу Ван Гизона [11, 13]. Морфометрически [1] определялись относительные объемы просветов альвеол, острой эмфиземы, межалвеолярных перегородок, лимфоидной ткани и сосудов в легких. Гистологические, гистохимические и морфометрические исследования проводились с использованием микроскопа Olympus BX-41, программ Olympus DP-Soft (Version 3:1). Полученные результаты обрабатывались статистически

с использованием t-критерия Стьюдента методом ANOVA при помощи программы Statistica 6.0 [3].

Результаты исследования и их обсуждение

Микроскопически в исследуемых препаратах легких животных интактной группы просветы бронхов хорошо выражены, содержат небольшое количество эозинофильной слизи с примесью слущенных клеток бронхиального эпителия. Слизистая оболочка складчатая, выстлана реснитчатым эпителием. В бронхах крупного и среднего калибра эпителий многорядный, в мелких бронхах двухрядный и однорядный. Ядра клеток мелкие округлые, базофильные, цитоплазма эозинофильная. В собственной пластинке слизистой оболочки при окраске по Ван Гизону определяются продольно расположенные тонкие фуксинофильные волокна, между которыми визуализируются немногочисленные лимфоциты, фибробласты, единичные макрофаги. Подлежащая мышечная оболочка слизистой оболочки бронхов представлена несколькими рядами гладкомышечных клеток с несколько вытянутыми слабо базофильными ядрами и эозинофильной цитоплазмой. В мелких бронхах соединительнотканые волокна собственной пластинки переплетаются с гладкомышечными клетками мышечной пластинки. При морфометрическом исследовании относительный объем бронхов составляет $4,96 \pm 0,83 \%$ (таблица).

Относительные объемы (в %) показателей состояния легочной ткани при экспериментальном бронхоальвеолите и с лечением С-АКС

Показатели	Интактные	Контроль (без лечения) – 7 суток	С-АКС – 7 суток	Контроль (без лечения) – 14 суток	С-АКС – 14 суток
Просветы альвеол	$48,63 \pm 1,91$	$34,09 \pm 1,81^*$	$43,41 \pm 1,89^\#$	$31,89 \pm 1,78^{*\wedge}$	$43,14 \pm 1,89^{\#^\circ}$
Из них эмфизема	$2,99 \pm 0,65$	$15,45 \pm 1,38^*$	$8,18 \pm 1,05^{*\#}$	$15,8 \pm 1,39^{*\wedge}$	$8,52 \pm 1,07^{*\#^\circ}$
Межалвеолярные перегородки	$29,56 \pm 1,74$	$39,73 \pm 1,87^*$	$32,16 \pm 1,78^\#$	$41,02 \pm 1,88^{*\wedge}$	$31,86 \pm 1,78^{\#^\circ}$
Лимфоидная ткань	$12,58 \pm 1,26$	$17,2 \pm 1,44^*$	$15,38 \pm 1,38$	$16,59 \pm 1,42^*$	$15,15 \pm 1,37$
Сосуды	$4,28 \pm 0,77$	$3,98 \pm 0,75$	$4,96 \pm 0,83$	$4,89 \pm 0,82$	$5,07 \pm 0,84$
Бронхи	$4,96 \pm 0,83$	$5,0 \pm 0,83$	$4,09 \pm 0,76$	$5,61 \pm 0,88$	$4,77 \pm 0,81$

Примечания: * – $p < 0,05$ по сравнению с интактной группой;

$^\#$ – $p < 0,05$ по сравнению с контролем (без лечения) – 7 суток;

$^\wedge$ – $p < 0,05$ по сравнению с группой, получавшей С-АКС – 7 суток;

$^\circ$ – $p < 0,05$ по сравнению с контролем (без лечения) – 14 суток.

По данным микроскопического исследования на 7 сутки у животных контрольной группы (без лечения) развивался острый бронхит и альвеолит с преимущественно нейтрофильной инфильтрацией,

формированием макрофагальных гранул, гиперплазией бронхоассоциированной и периваскулярной лимфоидной ткани, развитием очаговой острой эмфиземы (рис. 1), что подтверждается морфометрическими

данными (таблица). Относительный объем бронхов составляет $5,00 \pm 0,83\%$, в стенке бронхов и периваскулярно определяется гиперплазия лимфоидной ткани с плазмочитарной трансформацией периферических отделов, выраженной макрофагальной инфильтрацией. Относительный объем лимфоидной ткани составляет $17,20 \pm 1,44\%$, что достоверно превышает значение этого показателя по сравнению с интактной группой (таблица).

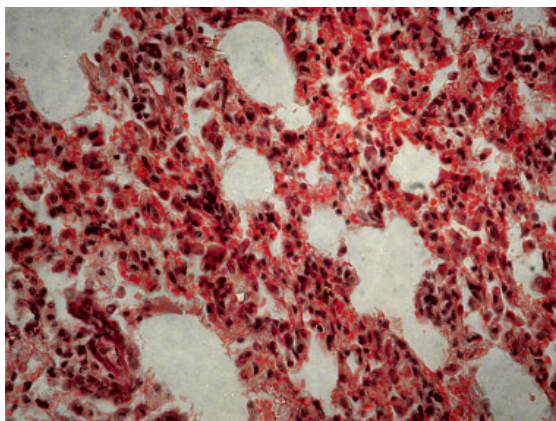


Рис. 1. Контрольная группа, 7-е сутки. Острый альвеолит. Отек и инфильтрация полиморфноядерными нейтрофилами межальвеолярных перегородок с наличием макрофагальных гранул и гигантских многоядерных клеток. В неравномерно выраженных просветах альвеол альвеолярные макрофаги. Окраска гематоксилином и эозином, $\times 400$

При морфологическом исследовании препаратов легких экспериментальной группы, получавшей С-АКС в течение 7 дней, микроскопическая картина характеризуется отсутствием нейтрофильной инфильтрации в стенке бронхов и альвеол. Морфометрически относительный объем просветов альвеол составляет $43,41 \pm 1,89\%$, достоверно ниже соответствующего показателя в группе без лечения. Удельная доля острой эмфиземы составляет $8,18 \pm 1,05\%$, что достоверно выше показателя интактной группы (таблица). Морфометрически определяется нормализация показателей относительных объемов просветов альвеол и межальвеолярных перегородок, относительного объема бронхоассоциированной и периваскулярной лимфоидной ткани (рис. 2), что свидетельствует о положительной динамике патологического процесса под действием препарата. Выявленные дисциркуляторные нарушения и изменения в структурных компонентах легких, наличие очаговой острой эмфиземы, сохранение в лимфоидной ткани признаков антигенной стимуляции свиде-

тельствует о наличии у животных остаточных явлений после перенесенного острого воспалительного процесса в легких.

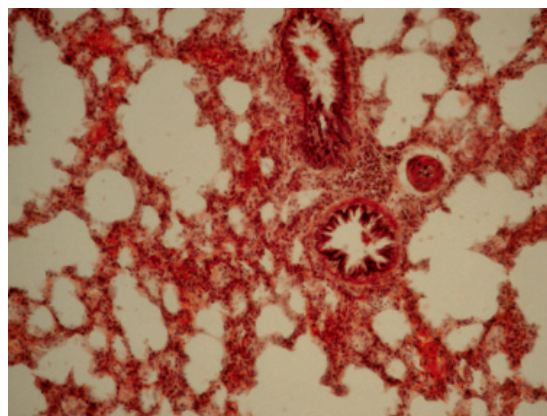


Рис. 2. Экспериментальная группа, получавшая С-АКС, 7-е сутки. Умеренно выраженная гиперплазия и макрофагальная инфильтрация бронхоассоциированной и периваскулярной лимфоидной ткани. Распространенная острая эмфизема. В просвете альвеол слущенный альвеолярный эпителий и альвеолярные макрофаги. Окраска гематоксилином и эозином, $\times 200$

Перибронхиально встречаются гранулемы из 3–5 гигантских многоядерных клеток типа гигантских клеток инородных тел, содержащих, как правило, более 10 базофильных округлых ядер, располагающихся в эозинофильной цитоплазме без определенной ориентации или по периферии клетки. В лимфоидной ткани, локализованной в стенке бронхов и вокруг сосудов, отмечается разрежение плотности лимфоцитов, макрофагальная реакция и плазмочитарная трансформация в периферических отделах лимфоидных образований (рис. 3). Относительный объем лимфоидной ткани составляет $16,59 \pm 1,42\%$, что достоверно превышает значение этого показателя в группе сравнения (таблица). Выраженность и распространенность бронхита и альвеолита не нарастает, однако изменяется характер тканевой реакции – в стенках бронхов и межальвеолярных перегородках преобладает лимфогистиоцитарная инфильтрация, сформированы зрелые макрофагальные гранулемы и гигантоклеточные гранулемы инородных тел (рис. 3), что можно расценивать как свидетельство хронизации воспалительного процесса в бронхо-легочной ткани.

В препаратах легких экспериментальной группы, получавшей С-АКС в течение 14 дней, просветы бронхов всех калибров содержат немного эозинофильной слизи и единичные десквамированные бронхиальные эпителиоциты со слабо базо-

фильным ядром и набухшей цитоплазмой. В подслизистом слое крупных и средних бронхов определяется фиброзно-хрящевой или фиброзный слой из умеренно фуксинофильных коллагеновых волокон. Морфометрически относительный объем бронхов составляет $4,77 \pm 0,81\%$ (таблица). Бронхоассоциированная лимфоидная ткань обнаруживается в слизистом и подслизистом слоях в виде очаговых скоплений или диффузного расположения по периметру бронха. Отмечается разрежение клеточной плотности лимфоидной ткани, она представлена главным образом лимфоцитами, макрофагами, единичными эозинофилами и нейтрофилами. Альвеолы хорошо выражены,

местами с расширенными просветами, в которых обнаруживаются немногочисленные слушенные альвеолоциты и альвеолярные макрофаги. Нормализуется относительный объем просветов альвеол, относительный объем бронхоассоциированной и периваскулярной лимфоидной ткани имеет тенденцию к снижению по сравнению с контролем без лечения (таблица). Отмечается положительная динамика течения воспалительного процесса в легких при лечении экспериментальных животных выбранной комбинацией препаратов, что подтверждается нормализацией микроскопической картины и основных морфометрических показателей (таблица).

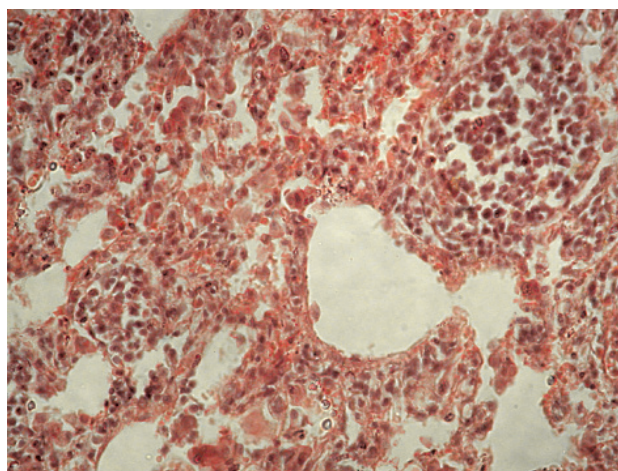


Рис. 3. Контрольная группа, 14-е сутки. Диффузная лимфогистиоцитарная инфильтрация, зрелые макрофагальные гранулы межальвеолярных перегородок. Окраска гематоксилином и эозином, $\times 400$

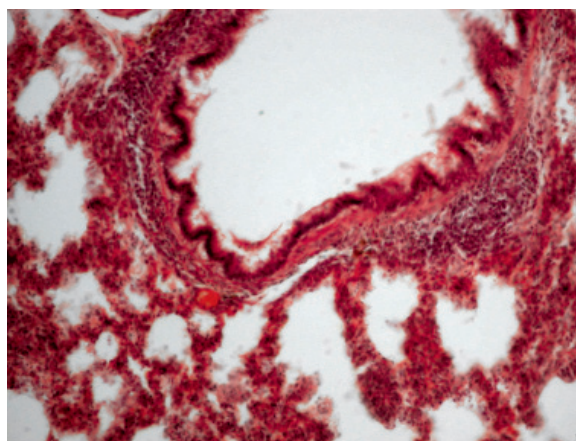


Рис. 4. Экспериментальная группа, получавшая С-АКС, 14-е сутки. Умеренно выраженная гиперплазия и макрофагальная инфильтрация бронхоассоциированной лимфоидной ткани. Окраска гематоксилином и эозином, $\times 200$

Сохранение увеличенного количества альвеол в состоянии острой эмфиземы, макрофагальной инфильтрации лимфоидной

ткани являются следствием предшествующего острого воспалительного процесса в легких (рис. 4).

Выводы

Новый комбинированный препарат сироп Амкесол положительно влияет на морфогенез легочной ткани у одномесячных лабораторных крыс с экспериментальным бронхоальвеолитом:

1. Применение С-АКС в дозе 0,9 мл/кг ежедневно в течение недели снижает нейтрофильную инфильтрацию в стенке бронхов, нормализует показатели относительных объемов просветов альвеол и межальвеолярных перегородок, объем бронхоассоциированной и периваскулярной лимфоидной ткани

2. Применение С-АКС в дозе 0,9 мл/кг ежедневно в течение двух недель достоверно уменьшает распространенность острой эмфиземы, снижением выраженности альтеративных изменений и проявлений антигенной стимуляции с восстановлением морфологической структуры лимфоидной в динамике развития гранулематоза

Положительная динамика морфологических и морфометрических показателей открывает перспективы для дальнейшего изучения и применения нового комбинированного препарата С-АКС при лечении бронхо-легочной патологии в педиатрической практике.

Список литературы

1. Автандилов Г.Г. Медицинская морфометрия. – М.: Медицина, 1990. – 384 с.
2. Балаболкин И.И. Бронхиальная астма у детей. – М.: Медицина, 2003. – 319 с.
3. Гланц С. Медико-биологическая статистика / перев. с англ. – М.: Практика, 1998, – 459 с. (С. 105–107).
4. Западнюк В.И. Гериатрическая фармакология. – Киев: Здоров'я, 1977. – С. 6–24.
5. Звягинцева Т.В., Киричек Л.Т., МIRONCHENKO С.И., СТОРОЖЕНКО Е.В., ЕРМОЛЕНКО Т.И. Зависимость противовоспалительного действия комбинированного препарата для лечения бронхо-легочной патологии от возраста. – XVI Российский национальный конгресс «Человек и лекарство», сборник материалов конгресса (тез. докл.) 6 – 10.04 2009 г. – М., 2009. – С. 662.
6. Звягинцева Т.В., Киричек Л.Т., ГАНЗИЙ Т.В., СЫРОВАЯ А.О., МИРОНЧЕНКО С.И., ЕРМОЛЕНКО Т.И. Экспериментальное изучение жаропонижающего эффекта амкесола // Медицина сьогодні і завтра. – 2009. – № 3–4. – С. 4–10.
7. Звягинцева Т.В., Киричек Л.Т., СТОРОЖЕНКО Е.В., АНАНЬКО С.Я. Фармакологическое действие амкесола при воспалительной патологии с аллергическим компонентом // Инновации в диагностике и лечении ЛОР-заболеваний: сборник научных трудов украинско-российской конференции, посвященной 90-летию кафедры отоларингологии ХНМУ (Харьков, 5–6 апреля 2012 г.). – Х., 2012. – С. 42–43.
8. Коганов С.Ю., РОЗИНОВА Н.Н., ДРОЖЖЕВ М.Е., ГЕПЕ Н.А. Хроническая обструктивная патология легких как проблема пульмонологии детского возраста / Хр. обстр. болезни легких (под ред. А.Г. Чучалина). – М.: ЗАО «Изд-во БИНОМ», 1998, – С. 479–501.
9. Кухтинова Н.В. Фенотип неатопической астмы у детей / Н.В. Кухтинова, Е. Г. Кондюрина, С.М. Гавалов, М.Д. Лентце // Сборник трудов XIX Нац. конгресса по болезням органов дыхания. – М., 2009. – С. 80.
10. Ласица О.И. Современные подходы к лечению бронхиальной астмы у детей / Укр. мед. часопис. – 1998. – № 1. – С. 14–17.
11. Лилли Р. Гистологическая техника и практическая гистохимия: пер. с англ. – М.: Мир, 1969. – 645 с.

12. Национальная программа «Бронхиальная астма у детей. Стратегия лечения и профилактика». – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Атмосфера, 2008. – 108 с.

13. Пирс Э. Гистохимия. – М.: Изд-во иностр. лит., 1962. – 962 с.

14. Середа Е.В. Бронхиты у детей: современные принципы терапевтической тактики // Фарматека. – М.: Бионика, 2002. – № 11 (62). – С. 16–18.

15. Таточенко В.К. Бронхиты // Практическая пульмонология детского возраста, (под ред. В.К. Таточенко). М.: Мед., 2000. С. 101–11.

References

1. Avtandilov G.G. Medicinskaya morfometriya M.: Medicina, 1990. 384 p.
2. Balabolkin, I. I. Bronxialnaya astma u detej / I.I. Balabolkin. M.: Medicina, 2003. 319 p.
3. Glanc S. Mediko-biologicheskaya statistika / perev. s angl., M.: Praktika, 1998, 459 p. (pp. 105–107).
4. Zapadnyuk V.I. Geriatricheskaya farmakologiya, Kiev: Zdorov'ya, 1977, pp. 6–24.
5. Zvyaginceva T.V., Kirichek L.T., Mironchenko S.I., Storozhenko E.V., Ermolenko T.I. Zavisimost protivovospalitel'nogo dejstva kombinirovannogo preparata dlya lecheniya bronxolegochnoj patologii ot vozrasta. xvi rossijskij nacionalnyj kongress «Chelovek i lekarstvo», sbornik materialov kongressa (tez. dokl.) 6 10.04 2009g., Moskva, 2009, pp. 662.
6. Zvyaginceva T.V., Kirichek L.T., Ganzij T.V., Syrovaya A.O., Mironchenko S.I., Ermolenko T.I. Eksperimentalnoe izuchenie zharoponizhayushhego efekta amkesola // Medicina sodayni i zavtra. 2009. no. 3–4, pp. 4–10.
7. Zvyaginceva T.V., Kirichek L.T., Storozhenko E.V., Ananko S.Ya. Farmakologicheskoe dejstvie amkesola pri vospalitel'noj patologii s allergicheskim komponentom // Innovacii v diagnostike i lechenii lor-zabolevanij: sbornik nauchnyx trudov ukrainsko-rossijskoj konferencii, posvyashhennoj 90-letiyu kafedry otolaringologii xnmu (Kharkov, 5–6 aprelya 2012 g.). Kh., 2012. pp. 42–43.
8. Koganov S.Yu., Rozinova N.N., Drozhzhev M.E., Geppe N.A. Xronicheskaya obstruktivnaya patologiya legkix kak problema pulmonologii detskogo vozrasta / Xr. obstr. bolezni legkix (pod red. A.G. Chuchalina), M.: zao «izd-vo Binom», 1998, pp. 479–501.
9. Kuxtinova N.V. Fenotip neatopicheskoy astmy u detej / N.V. Kuxtinova, E. G. Kondyurina, S.M. Gavalov, M.D. Lentse // Sbornik trudov xix nac. kongressa po boleznyam organov dyxaniya. M., 2009. pp. 80.
10. Lasica O.I. Sovremennye podxody k lecheniyu bronxialnoj astmy u detej / Ukr. med. chasopis, 1998, no. 1, pp. 14–17.
11. Lilli R. Gistologicheskaya texnika i prakticheskaya gistoximiya / per. s angl. M.: Mir. 1969. 645 p.
12. Nacionalnaya programma «Bronxialnaya astma u detej. Strategiya lecheniya i profilaktika». 3-e izd., ispr. i dop. M.: Atmosfera, 2008. 108 p.
13. Pirs. E. Gistoximiya. M.: izd-vo inostr. lit., 1962. 962 p.
14. Sereda E.V. Bronxity u detej: sovremennye principy terapevticheskoy taktiki / Farmateka no. 11 (62) / 2002 M. «Bionika» pp. 16–18.
15. Tatchenko V.K. Bronxity. v kn.: Prakticheskaya pulmonologiya detskogo vozrasta, (pod red. V.K. Tatchenko), M.: Med., 2000: 101–11.

Рецензенты:

Сорокина И.В., д.м.н., профессор кафедры патологической анатомии, Харьковский национальный медицинский университет, г. Харьков;

Жуков В.И., д.б.н., профессор кафедры биологической химии, Харьковский национальный медицинский университет, г. Харьков.

Работа поступила в редакцию 28.11.2014.

УДК 332.012.2:519.866

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ЭКСПЕРТНОГО ОЦЕНИВАНИЯ ПРИ ДИНАМИЧЕСКОМ НЕЧЕТКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕГИОНА И ИХ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ

Егорова И.Е., Костикова А.В.

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, e-mail: ei_lab@list.ru, anastasia.ise@yandex.ru*

В статье разрабатывается методика моделирования социально-экономических показателей региона и их взаимосвязей, основанная на использовании динамических нечетких множеств и правил нечеткого вывода. Социально-экономическое положение в регионе характеризуется набором из 17 показателей, рассчитанных на основе математических вычислений и данных статистической отчетности региона. Каждый показатель характеризуется лингвистической переменной, множества значений которой определяют оценочные уровни в терминах естественного языка. Область определения лингвистических переменных состоит из пяти подмножеств: низкий уровень; уровень ниже среднего; удовлетворительный уровень; уровень выше среднего; высокий уровень. Построение интегрального показателя социально-экономического положения региона осуществляется на основе системы нечеткого вывода в соответствии с алгоритмом Мамдани, в котором формирование базы правил системы нечеткого вывода осуществляется в виде упорядоченного согласованного списка нечетких продукционных правил.

Ключевые слова: динамические нечеткие множества, нечеткий вывод, лингвистическая переменная, нечеткая продукционная система, алгоритм Мамдани

FORMALIZATION OF EXPERT ESTIMATION IN DYNAMIC FUZZY MODELING OF REGIONAL SOCIO-ECONOMIC INDICATORS AND THEIR INTERRELATIONS

Egorova I.E., Kostikova A.V.

Volgograd State Technical University, Volgograd, e-mail: ei_lab@list.ru, anastasia.ise@yandex.ru

There are represented a methodology for the modelling of regional socio-economic indicators and their relationships, based on dynamic fuzzy sets and fuzzy rules of inference. Regional socio-economic situation is characterized by a set of 17 indicators, calculated on the basis of mathematical calculations and statistical reporting. Each indicator is represented by a linguistic variable, consists of the estimated levels in terms of natural language. The scope of a linguistic variable include five subsets: low; below average; satisfactory level; above-average level; a high level. Integral indicator of socio-economic status of the region is based on a fuzzy inference system in accordance with the Mamdani algorithm. The formation of the rule base of the fuzzy system output is in the form of an ordered coherent list of fuzzy production rules.

Keywords: dynamic fuzzy sets, fuzzy conclusion, linguistic variable, fuzzy production system, Mamdani algorithm

Проблема повышения эффективности управления регионом ставит перед экономической наукой задачу адекватного описания и оценивания социально-экономических показателей регионов, информация о которых может быть представлена в количественном и качественном выражении. Системы и структуры социально-экономических показателей, предлагаемые различными исследователями для оценки социально-экономического положения региона, весьма разнообразны – от нескольких обобщенных, охватывающих лишь самые существенные стороны жизни, до многоуровневых детальных систем, включающих подробнейшие перечисления различных факторов и компонентов. Несмотря на высокий интерес со стороны ученых, вопросы создания и утверждения комплексной системы показателей для исследования социально-экономического положения региона, единой методики,

а также методов оценки до сих пор остаются дискуссионным. В связи с изложенной проблемой авторами предлагается использовать комплексный подход к оценке качества жизни населения, основанный на применении динамических нечетких множеств [6] и систем нечетких правил. Такие системы позволяют работать одновременно с качественными и количественными характеристиками, изменяющимися во времени, что необходимо для учета подвижной природы социально-экономических параметров.

Министерство экономического развития РФ разработало методику комплексной оценки уровня социально-экономического развития субъектов РФ, которая утверждена Постановлением Правительства РФ от 11.10.2001 № 717 «О Федеральной целевой программе «Сокращение различий в социально-экономическом развитии регионов Российской Федерации (2002–2010 гг. и до 2015 г.)».

Интегральный показатель развития определяется по следующим нормированным показателям развития субъектов Российской Федерации [5]:

1) валовой региональный продукт на душу населения (тыс. рублей), определяемый как отношение валового регионального продукта к численности населения, деленное на коэффициент уровня покупательной способности;

2) объем инвестиций в основной капитал на душу населения (тыс. рублей), определяемый как отношение объема инвестиций за счет средств всех источников финансирования к численности населения, деленное на коэффициент удорожания капитальных затрат;

3) показатель финансовой обеспеченности на душу населения на основе показателей финансового баланса (тыс. рублей), определяемый как отношение показателя финансовой обеспеченности субъекта Российской Федерации к численности населения;

4) соотношение среднедушевых денежных доходов и величины прожиточного минимума (в процентах);

5) доля населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума в общей численности населения (в процентах), по данным Федеральной службы государственной статистики;

6) площадь жилищ, приходящаяся в среднем на одного жителя (кв. метров), по данным Федеральной службы государственной статистики;

7) обеспеченность местами детей, находящихся в дошкольных учреждениях (мест на 1 тыс. детей дошкольного возраста);

8) обеспеченность школами – доля учащихся, обучающихся во 2-ю и 3-ю смену (в процентах), по данным Федеральной службы государственной статистики;

9) выпуск специалистов высшими и государственными средними учебными заведениями (специалистов на 10 тыс. человек населения);

10) обеспеченность населения врачами и средним медицинским персоналом (на 10 тыс. человек населения);

11) обеспеченность населения амбулаторно-поликлиническими учреждениями (посещений в смену на 10 тыс. человек населения), по данным Федеральной службы государственной статистики.

Кроме перечисленных выше, авторами было решено использовать дополнительные социально-экономические показатели из статистических сборников Федеральной службы государственной статистики:

12) число зарегистрированных преступлений на 100 000 чел. населения;

13) уровень безработицы;

14) ожидаемая продолжительность жизни при рождении;

15) уровень экономической активности населения;

16) разница между среднедушевыми денежными доходами населения и потребительскими расходами в среднем на душу населения;

17) ввод в действие жилых домов на 1000 человек населения.

Все эти характеристики имеют количественное значение. Однако анализируется, как правило, не само по себе число зарегистрированных преступлений или объем инвестиций в основной капитал на душу населения, а их отношение к значениям аналогичных показателей других регионов или временных периодов. Кроме того, на основе множества показателей вычисляется интегральная оценка уровня социально-экономического развития региона, методики создания которой могут быть различны [1, 3].

Авторами данной статьи предлагается методика моделирования социально-экономических показателей региона и их взаимосвязей, основанная на использовании динамических нечетких множеств и нечеткого вывода. Системы нечеткого вывода предназначены для преобразования значений входных переменных процесса управления в выходные переменные на основе использования нечетких правил продукций. Для этого системы нечеткого вывода должны содержать базу правил нечетких продукций и реализовывать нечеткий вывод заключений на основе посылок или условий, представленных в форме нечетких лингвистических высказываний.

Любое правило состоит из посылок и заключения. Возможно наличие нескольких посылок в правиле, в этом случае они объединяются посредством логических связей И, ИЛИ.

В общем виде это записывается так: R : если x есть A , то y есть B , где « x есть A » – нечеткое высказывание, называемое предпосылкой, а « y есть B » – нечеткое высказывание, называемое следствием правила.

Лингвистическое правило R может быть интерпретировано как нечеткое следствие (импликация) $A \rightarrow B$ и, следовательно, выражено в виде нечеткого соответствия предпосылки и следствия $R = A \rightarrow B$, заданного на декартовом произведении областей определения (четких множествах) входной переменной X и выходной переменной Y .

Композиционное правило вывода выходного значения системы для правила

R при входе A' в записи « x есть A' » определяется как нечеткое множество B' , получаемое с помощью композиции входа и нечеткого соответствия импликации $B' = A' \circ (A \rightarrow B)$.

Для получения нечеткого соответствия

$$R = A \times B, R(x, y) = A(x) \rightarrow B(y),$$

$$B'(y) = \max_{x \in X} \min(A'(x), \min\{A(x), B(y)\}), y \in Y.$$

Перейдем к формированию правил для определения уровня социально-экономического развития региона. Для оценки используем перечисленные выше 17 показателей, для которых обозначим лингвистические переменные $F_1 - F_{17}$ соответственно, и интегральный IL . Для каждого показателя (включая интегральный) формируется лингвистическая переменная и область её опре-

где $A(x) = \mu_A(x)$ – значение функции принадлежности элемента x нечеткому множеству A , в приложениях наиболее часто используется импликация Мамдани [2] (т.е. $A(x) \rightarrow B(y) = \min\{A(x), B(y)\}$) и max-min композиции. В этом случае значение функции принадлежности выходного нечеткого множества определяется по формуле

деления. Число подмножеств устанавливается экспертом. Совокупность значений лингвистической переменной составляет терм-множество этой переменной. Область определения лингвистической переменной для каждого выбранного показателя для оценки будет различной.

Определим терм-множество значений лингвистической переменной

«Уровень показателя F_i » $T = \{\text{Низкий уровень показателя; Уровень показателя ниже среднего; Средний уровень показателя; Уровень показателя выше среднего; Высокий уровень показателя}\} = \{VN, N, Z, P, VP\}$,

где VN – very negative; N – negative; Z – zero; P – positive; VP – very positive. Например, область определения лингвистической пе-

ременной для показателя «Уровень безработицы» будет выглядеть следующим образом (рис. 1).

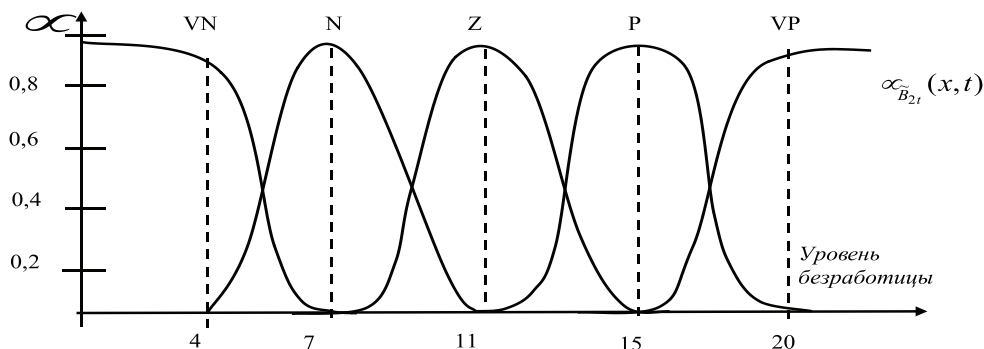


Рис. 1. Функция принадлежности лингвистической переменной «Уровень безработицы»

Уровень социально-экономического развития региона будет выражаться лингвистической переменной IL

«Уровень развития», терм-множество значений которой составлено следующим образом:

$T = \{\text{Низкий; Ниже среднего; Удовлетворительный; Выше среднего; Высокий}\}.$

Множество правил нечетких продукций составляют продукционную нечеткую систему, которая может быть записана в виде структурированного текста:

Правило 1: ЕСЛИ «Антецедент № 1», ТО «Консеквент № 1»

...

Правило N : ЕСЛИ «Антецедент № N », ТО «Консеквент № N »

Процесс нечеткого вывода реализуется в соответствии с алгоритмом Мамдани [2], в котором антецеденты ядер правил нечеткой продукции построены при помощи логических связей «И», а консеквенты ядер правил простые. Формализация экспертных знаний о правилах вывода в этом случае может быть осуществлена в виде реляционной таблицы, полями которой являются входные лингвистические пере-

менные – $F_1 - F_{17}$ и выходная интегральная IL . Каждая строка таблицы представляет собой правило (рис. 2).

Антецедент правила состоит из набора значений входных лингвистических переменных, связанных логической операцией «И», причем пустые ячейки таблицы означают, что значения соответствующих им параметров в формировании данного правила не участвуют. Консеквент представлен значением интегральной лингвистической переменной «Уровень развития». Приведенное на рис. 2 правило неформально можно описать следующим образом:

Правило 1: ЕСЛИ «валовой региональный продукт на душу населения имеет высокий уровень» И «соотношение среднечеловеческих денежных доходов и величины прожиточного минимума имеет уровень выше среднего» И «доля населения с денеж-

ными доходами ниже величины прожиточного минимума в общей численности населения имеет низкий уровень» И «площадь жилищ, приходящаяся в среднем на одного жителя, имеет удовлетворительный уровень» И «обеспеченность местами детей, находящихся в дошкольных учреждениях, имеет уровень выше среднего» И «обеспеченность школами имеет уровень выше среднего» И «число зарегистрированных преступлений имеет низкий уровень» И «уровень безработицы имеет удовлетворительный уровень» И «отношение среднечеловеческих денежных доходов населения к потребительским расходам в среднем на душу населения имеет высокий уровень» И «ввод в действие жилых домов на 1000 человек населения имеет уровень выше среднего» ТО «Уровень социально-экономического развития региона имеет уровень выше среднего».

Номер правила	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17	IL
1	VP			P	VN	Z	P	P				VN	Z			VP	P	P
2	VN																	
0	N	Уровень ниже среднего																
	P	Уровень выше среднего																
	VN	Низкий уровень																
	VP	Высокий уровень																
	Z	Удовлетворительный уровень																

Рис. 2. Таблица правил

Формализация описаний терм-множеств лингвистических переменных также происходит посредством реляционных таблиц (рис. 3). Кроме самих кодовых и текстовых

обозначений в таблице приведены соответствующие им трапециевидные функции принадлежности, представленные четырьмя точками (a, b, c, d).

Код	Значение	a	b	c	d
N	Уровень ниже среднего	50000	110000	230000	350000
P	Уровень выше среднего	480000	580000	700000	800000
VN	Низкий уровень	0	0	50000	100000
VP	Высокий уровень	700000	800000	1000000	1000000
Z	Удовлетворительный уровень	230000	350000	480000	580000

Рис. 3. Таблица терм-множества переменной «Валовой региональный продукт на душу населения»

Выбор трапециевидного вида функции принадлежности (рис. 4) основан на сравнительной простоте вычисления данного вида функций, а также возможности интерполяции с их помощью большинства распространенных функций принадлежности, таких как треугольные и колоколообразные, с достаточной для большинства задач точностью.

Значения функции принадлежности $\mu(x)$ могут быть взяты только из априорных знаний, интуиции (опыта) экспертов, которые, в свою очередь, способны достаточно

уверенно количественно охарактеризовать границы допустимых значений оцениваемых показателей, чему графически соответствует нижнее основание трапеции $\{a, d\}$. Сложнее определить точки горизонтальной части трапеции, интервал между которыми (верхнее основание $\{b, c\}$) должен соответствовать полной уверенности эксперта в правильности своей классификации.

Сама природа нечетких множеств и расплывчатость тех понятий и высказываний, которыми оперирует эксперт, подразумевает,

что он не всегда может однозначно указать тот интервал значений оцениваемого показателя, в границах которого степень принадлежности нечеткому множеству абсолютна. В связи с этим целесообразно использовать функции принадлежности типа, близкого к колоколообразному, со сглаженными краями верхнего основания (см. рис. 1), где ве-

личина интервала абсолютной принадлежности гораздо меньше, чем при построении трапециевидных функций принадлежности. Задача формирования терм-множеств значений лингвистических переменных социально-экономических показателей решена с помощью специально разработанных программных средств [7].

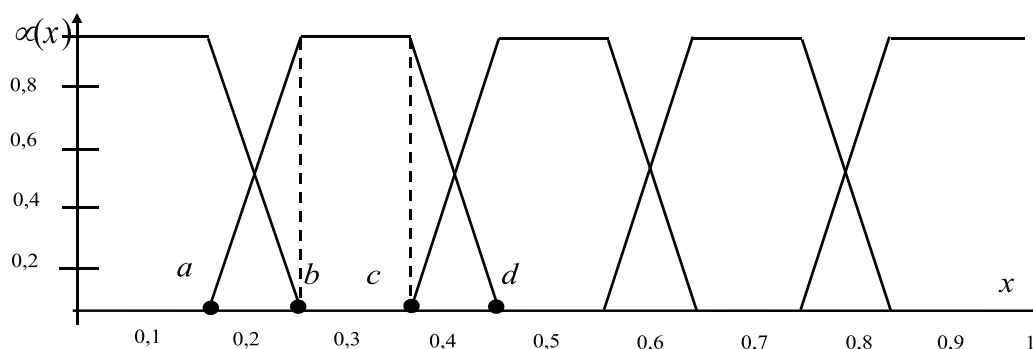


Рис. 4. Функция принадлежности трапециевидного вида

Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ в проекте проведения научных исследований «Динамическое нечеткое моделирование социально-экономических показателей региона», проект № 14-12-34010.

Список литературы

1. Айвазян С.А. Интегральные индикаторы качества жизни населения: их построение и использование в социально-экономическом управлении и межрегиональных сопоставлениях; Рос. акад. наук, Центр. экон.-мат. ин-т. – М.: ЦЭМИ РАН, 2000. – 117 с.
2. Алтунин А.Е. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях / А.Е. Алтунин, М.В. Семухин. – Тюмень: Изд-во Тюменского государственного университета, 2000. – 352 с.
3. Гаврилова Т.В. Принципы и методы исследования качества жизни населения // Технологии качества жизни. – 2004. – Т. 4, № 2. – С. 1–11.
4. Декатов Д.Е., Егорова И.Е., Брагина Е.И. Формализация процесса оценки эффективности стратегического управления сложными экономическими системами на основе качественной информации // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Строит. информатика. 2013. Вып. 9(26). URL: [http://vestnik.vgasu.ru/attachments/DekatoVEgorovaBragina2-2013_9\(26\).pdf](http://vestnik.vgasu.ru/attachments/DekatoVEgorovaBragina2-2013_9(26).pdf) (дата обращения: 01.10.14).
5. Постановление правительства РФ от 11.10.2001 № 717 (ред. от 22.06.2006) «О федеральной целевой программе «сокращение различий в социально-экономическом развитии регионов российской федерации (2002–2010 годы и до 2015 года)». URL: <http://procsppb.ru/> (дата обращения: 20.10.14).
6. Костикова А.В. Разработка методики построения динамических нечетких моделей для оценки качества жизни населения / П.В. Терелянский, А.В. Костикова // Аудит и финансовый анализ. – 2013. – № 4. – С. 449–459.
7. Костикова А.В. Расчёт, аппроксимация и визуализация динамических нечётких множеств: св-во. о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2014612728 от 5 марта 2014 г. РФ / Костикова А.В., Гагарин А.Г.; ВолгГТУ. – 2014.

References

1. Ajvazjan S.A. Integral'nye indikatory kachestva zhizni naselenija: ih postroenie i ispol'zovanie v social'no-jekonomicheskom

upravlenii i mezhregional'nyh sopostavlenijah / S.A. Ajvazjan; Ros. akad. nauk, Centr. jekon.-mat. in-t. M.: CJeMI RAN, 2000. 117 p.

2. Altunin A.E. Modeli i algoritmy prinjatija reshenij v nechetkix uslovijah / A.E. Altunin, M.V. Semuhin. Tjumen': Izd-vo Tjumenskogo gosudarstvennogo universiteta, 2000. 352 p.

3. Gavrilova T.V. Principy i metody issledovaniya kachestva zhizni naselenija / T.V. Gavrilova // Tehnologii kachestva zhizni. 2004. Vol. 4, no. 2. pp. 1–11.

4. Dekatov D.E., Egorova I.E., Bragina E.I. Formalizacija processa ocenki jeffektivnosti strategicheskogo upravlenija slozhnymi jekonomicheskimi sistemami na osnove kachestvennoj informacii // Internet-vestnik VolgGASU. Ser.: Stroit. informatika. 2013. no 9(26). available at: [http://vestnik.vgasu.ru/attachments/DekatoVEgorovaBragina2-2013_9\(26\).pdf](http://vestnik.vgasu.ru/attachments/DekatoVEgorovaBragina2-2013_9(26).pdf) (accessed 01.10.14).

5. Postanovlenie pravitel'stva RF ot 11.10.2001 no. 717 (red. ot 22.06.2006) «O federal'noj celevoj programme «sokrashhenie razlichij v social'no-jekonomicheskom razvitii regionov rossijskoj federacii (2002–2010 gody i do 2015 goda)». available at: <http://procsppb.ru/> (accessed 20.10.14).

6. Kostikova, A.V. Razrabotka metodiki postroenija dinamicheskix nechetkix modelej dlja ocenki kachestva zhizni naselenija / P.V. Tereljanskij, A.V. Kostikova // Audit i finansovyj analiz. 2013. no 4. pp. 449–459.

7. Kostikova A.V. Raschjot, approksimacija i vizualizacija dinamicheskix nechjotkih mnozhestv: sv-vo. o gos. registracii programmy dlja JeVM no. 2014612728 ot 05.03.2014 RF / Kostikova A.V., Gagarin A.G.; VolgGTU, 2014.

Рецензенты:

Рогачев А.Ф., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Математическое моделирование и информатика», Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград;

Терелянский П.В., д.э.н., доцент, заведующий кафедрой «Информационные системы в экономике», Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград.

Работа поступила в редакцию 26.11.2014.

УДК 330.3

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКИ: ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Мирзоева Ф.М., Бачиев Р.А., Гонгапшев Р.М.

*ФГБОУ «Кабардино-Балкарский государственный университет
им. Х.М. Бербекова», Нальчик, e-mail: A_Nagoev@mail.ru*

В данной статье проводится анализ современного состояния народно-хозяйственного комплекса Кабардино-Балкарии: проблемы и перспективы дальнейшего развития. Характеризуются особенности развития промышленного и аграрного сектора республики в условиях становления рыночной экономики. Отмечается, что в условиях рыночной экономики повышение конкурентоспособности вызывает необходимость усиления любыми способами экономической эффективности производственной деятельности предприятий. Таким образом, человек прямо или косвенно пытается получить от естественных ресурсов максимальную выгоду, при этом возрастают экологические проблемы. Для решения экологических проблем, стоящих перед республикой, необходимо развивать систему экологических знаний. Осуществление конституционных прав граждан на благоприятную окружающую среду и конституционной обязанности каждого по сохранению природы в целях обеспечения экологической безопасности как важнейшей государственной задачи требует высокой экологической культуры граждан, достигаемой в процессе непрерывного экологического образования.

Ключевые слова: индустриализация, конкурентоспособность, народно-хозяйственный комплекс, экология

ANALYSIS OF A CONDITION OF AN ECONOMIC COMPLEX OF KABARDINO-BALKAR REPUBLIC: EKOLOGO-GEOGRAPHICAL ASPECT

Mirzoeva F.M., Bachiev R.A., Gongapshv R.M.

*FGBOU «The Kabardino-Balkarian state university of K.M. Berbekov»,
Nalchik, e-mail: A_Nagoev@mail.ru*

In this article the analysis of a current state of an economic complex of Kabardino-Balkaria is carried out: problems and prospects of further development. Features of development of industrial and agrarian sector of the republic in the conditions of formation of market economy are characterized. It is noted that in the conditions of market economy increase of competitiveness causes the necessity in any ways of strengthening of economic efficiency of a production activity of the enterprises. Thus, the person directly or indirectly tries to receive the maximum benefit from natural resources, thus environmental problems increase. For the solution of the environmental problems facing the republic it is necessary to develop system of ecological knowledge. Implementation of constitutional rights of citizens on favorable environment and the constitutional obligation of everyone for preservation of the nature for ensuring ecological safety as major national objective, demands the high ecological culture of citizens reached in the course of continuous ecological education.

Keywords: industrialization, competitiveness, economic complex, ecology

Как и вся страна, Кабардино-Балкария уже третье десятилетие развивается в совершенно новых социально-экономических условиях. Законы рыночной экономики, сложившие стереотип развития региона по пути индустриализации, в корне изменили их отраслевую структуру производства. Так, например, индустриально-аграрная Кабардино-Балкария стала аграрно-индустриальной республикой ввиду закрытия целого ряда промышленных предприятий общесоюзного значения. Однако при этом фактически во всех отраслях народного хозяйства идет процесс инновационной направленности производственной деятельности. Тем не менее давление на природную среду несколько не уменьшилось (отрицательное воздействие различается по своим масштабам в разных сферах производства). Это связано с тем, что в условиях рыночной экономики повышение

конкурентоспособности вызывает необходимость любыми способами усиления экономической эффективности производственной деятельности предприятий. Таким образом, человек прямо или косвенно пытается получить от естественных ресурсов максимальную выгоду. Это особенно наглядно проявляется в сельскохозяйственном производстве и в промышленности, работающих на наличии естественных ресурсов. Именно эти отрасли и определяют экономическое развитие современной Кабардино-Балкарии.

В отраслевой структуре особо выделяется комплекс сельскохозяйственного производства и производств по переработке сельскохозяйственного сырья (АПК). Эта традиционная отрасль хозяйства республики базируется:

– во-первых, на наличии богатых естественных ресурсов;

– во-вторых, на наличии значительных трудовых ресурсов, отличающихся исторически обусловленными трудовыми навыками трудоспособного населения;

– в-третьих, в условиях НИР происходит резкая интенсификация сельскохозяйственного производства, значительный рост механизации и химизации, высокая степень специализации и концентрации, обрабатывающих сельскохозяйственное сырье предприятий. Все это в конечном итоге приводит к возникновению новых связей между сельским хозяйством и окружающей природной средой;

– в-четвертых, сельскохозяйственное производство как древнейшая отрасль развивалась длительное время на основе потребительского отношения и безоглядной эксплуатации естественных ресурсов без соответствующих мер по их восстановлению.

Воздействие сельского хозяйства на природу многообразно. В научных исследованиях принята определенная классификация факторов воздействия. Они заключаются в следующем. Первую группу составляют привнесенные в природу в повышенных концентрациях чужеродные ей вещества:

– пестициды, минеральные и органические удобрения;

– выбросы продуктов сгорания топлива в процессе работы сельскохозяйственной техники;

– стоки животноводческих ферм и комплексов, силосных ям и траншей, экскременты животноводства.

Вторая группа – это изымаемые из природы вещества:

– в растениеводстве выращивание сельскохозяйственных культур;

– в орошаемом земледелии и использовании воды в других целях;

– при различных видах обработки земли (распашке, бороновании и т.д.);

– при мелиоративных работах (осушении, орошении, корчевании и т.д.);

– при выпасе скота (вытаптывании, сбое и т.д.).

Важной особенностью сельского хозяйства является и то, что производственная деятельность осуществляется в пределах обширной площади. В отличие от промышленных объектов, воздействующих на природу преимущественно «точечно», сельскохозяйственное производство носит масштабный характер и отличается интенсивностью. В связи с этим на наш взгляд, влияние аграрного сектора экономики республики на природную среду представляет особый интерес.

Географические условия экономического развития КБР

Выгодность географического расположения республики в центре Северного Кав-

каза на пересечении основных транспортных магистралей юга России используется всеми субъектами хозяйственной деятельности. Кабардино-Балкарская Республика граничит с Грузией, Карачаево-Черкесской Республикой, Ставропольским краем и Республикой Северная Осетия – Алания.

В условиях резкой интенсификации сельскохозяйственного производства происходит значительный рост механизации, дальнейшая специализация и концентрация предприятий АПК. В этой связи увеличивается многообразие воздействия на природу, что создает угрозу возникновения необратимых изменений в естественной окружающей среде.

Таким образом, перед республикой стоит очень сложная двудеятельная задача – сохранить целостность легкоранимой природной среды, в особенности гор и предгорий (67% территории), и в то же время усилить интенсификацию производственной деятельности на основе широкого использования уникальных естественных ресурсов.

Одной из наиболее характерных особенностей республики является вертикальная зональность, имеющая особо важное значение для сельскохозяйственного производства. С этим связано решение проблем специализации, механизации и освоения всех естественных ресурсов, в особенности водных ресурсов для развития орошаемого земледелия в республике [1].

Наряду с многообразием и богатством естественной среды, как было отмечено, Кабардино-Балкария отличается экстремальностью, ограничивающей использование ресурсных возможностей. За один год (2011) в горной части республики (Эльбрусский, Чегемский и Черекский районы) было зарегистрировано 63 случая активизации экзогенных процессов: оползней (24), селей (27), обвалов (8), речной боковой эрозии (4). Эти опасные природные явления проявляются в начале летнего периода в результате обильных атмосферных осадков и проявления аномальных климатических показателей.

Оползневые и обвально-осыпные процессы происходят традиционно в регионе северного склона Большого Кавказа в зоне высокогорного и средненизкогорного рельефа (Тырныауза и в долинах рек Чегем, Черек-Хуламского и Хазнидона).

Структура земельных угодий

Основой формирования географии почвенного покрова является вертикальная поясность. Многообразие почв более всего проявляется в горной зоне. На высотах 1000–2500 м над уровнем моря размещаются горно-луговые почвы. Эта зона горных лугов и пастбищных угодий (более

300 тыс. га) с мощностью почвенного покрова 4–15 см. Более развитые горно-луговые почвы формируются в нижней части альпийского пояса под альпийскими лугами.

Для субальпийского пояса (1600–2500 м) характерно разнообразие почвенного покрова (горно-луговые и горно-лугово-лесные почвы).

В 2011 г. размеры сельскохозяйственных угодий составили 710,4 тыс. га (56,9%) земли лесного фонда (20,7%). Земли населенных пунктов составляют 9,1%. На земли особо охраняемых территорий приходится 4,3, а 12,3% – это земельные запасы.

В составе земель сельскохозяйственного назначения 287,6 тыс. га находятся под пашней, 7,9 тыс. га – под многолетними насаждениями, 60,7 тыс. – сенокосы и пастбища. В степной зоне наиболее распространенными почвами являются темно-каштановые и каштановые черноземы.

Разнообразие почв характерно не только для республики в целом, но и для отдельных ее районов. Более распространенный тип почв – предкавказские черноземы, составляющие основной фонд пахотных угодий. Они отличаются высоким плодородием.

Степная зона, расположенная в пределах Кабардинской равнины, – важная земледельческая территория по производству зерновых культур. Она подвержена воздействию летних сухих ветров. Из всех зон республики здесь меньше всего выпадает атмосферных осадков (433 мм в среднем за год).

Почвы предгорной зоны – это по преимуществу восточно-предкавказские черноземы, местами распространены луговые почвы. Среднегодовое количество осадков составляет 615 мм. В засушливые годы – 370 мм.

В горной зоне преобладающими типами почв являются черноземы, горностепные и горно-луговые почвы с различным содержанием перегноя.

Из объектов природной среды наиболее уязвимыми являются почвы, поскольку республика стала по преимуществу аграрной. К тому же эта отрасль имеет давнюю историю своего развития. Однако загрязнителями природной среды являются также промышленные предприятия, автотранспорт и коммунальное хозяйство. Так, например, загрязнение почв и растений наблюдается на удалении 30 метров от автомобильных дорог.

Не являются особо утешительными и сведения, которые дает Министерство природных ресурсов и экологии КБР. В местах сельскохозяйственного производства республики санитарно-химические показатели свидетельствуют, что содержание тяжелых металлов в почвах соответствует гигиеническим нормативам, что не является

обнадеживающим фактом. Очень плохо то, что они есть в зонах производства сельскохозяйственной продукции.

Развитие водохозяйственного комплекса

В прошедшем году был проведен комплекс мероприятий по реализации переданных полномочий Российской Федерации в сфере водных отношений. Они осуществлялись за счет субвенций, выделенных из федерального бюджета республиканскому бюджету. Руслорегулировочные работы были выполнены по четырем наиболее паводкоопасным объектам общей протяженностью 5,027 км. Помимо этого в рамках субвенций 2011 года была разработана проектно-сметная документация по восьми объектам, из которых два мероприятия направлены на установление границ водоохранных зон и границ прибрежных защитных полос рек Нальчик и Чегем. Вместе с тем в 2011 году разработана проектно-сметная документация на проведение текущего ремонта берегоукрепительного сооружения на реке Нальчик от автомобильного моста по улице Осетинская до Орджоникидзевского моста. Также за прошедший год недропользователями по просьбе министерства были выполнены противопаводковые мероприятия еще на семи объектах [2].

В текущем году министерством планируется провести руслорегулировочные мероприятия на 3 объектах: на р. Баксан в пределах с.п. Кишпек, на р. Баксан в пределах городского округа Баксан и на р. Нальчик в пределах с.п. Нартан. А также закрепить границы водоохранных зон и прибрежных защитных полос на местности специальными информационными знаками на реке Нальчик в пределах городского округа Нальчик и Чегемского муниципального района.

В экологическом рейтинге «Зеленого патруля» лета 2013 года по природоохранному индексу Кабардино-Балкария занимает первое место. Природоохранный индекс – одна из составляющих сводного индекса – рассчитывается по следующим индикаторам: атмосфера, водные ресурсы, земельные ресурсы, почва, биоресурсы, биоразнообразие, ООПТ (особо охраняемые территории), климатические изменения. В сводном индексе, помимо природоохранного, учитываются социально-экологический и промышленно-экологический индексы.

Социально-экологический индекс (СЭИ) рассчитывается по следующим показателям: качество среды обитания, власть, закон и порядок, гражданское общество, информационно-психологический климат, образование и культура и ЖКХ. Здесь Кабардино-Балкария в общем списке среди

83 регионов занимает 47-е место, но второе по СКФО, на первом в регионе – Чеченская республика, которая опередила нашу республику на 30 пунктов по СЭИ [3].

Для определения промышленно-экологического индекса (ПЭИ) учитываются: промышленная среда, ТБО, промышленные отходы, ответственность бизнеса, наука и инновации, модернизация и экология, продукция и услуги. В общем рейтинге ПЭИ КБР находится на 79 месте из 83. По СКФО – на предпоследнем, 80 строчку занимает Республика Ингушетия [4].

Таким образом, Кабардино-Балкария удерживается в сводном экологическом рейтинге по России на 12 месте.

Как известно, проблемы состояния окружающей среды, а также мероприятия по организации эффективного и рационального природопользования в последнее время становятся актуальными для многих субъектов страны, в том числе и для Кабардино-Балкарии.

Решение данных проблем, в том числе реализация мероприятий по охране окружающей среды, зависит в большинстве своем от государственной политики, проводимой руководством страны и региона, так и от усилий научно-исследовательских организаций, активной позиции общественности, граждан, проживающих на территории республики.

Действующая система контроля экологических нормативов на сегодняшний день не в полной мере обеспечивает снижение негативного воздействия на окружающую среду. Анализ правоприменительной практики в данной сфере свидетельствует о необходимости совершенствования правового регулирования, поскольку существующие механизмы предотвращения и возмещения причиненного экологического вреда работают не в полной мере и неэффективно.

В регионе все же проводится определенная работа по эффективному и рациональному природопользованию и охране окружающей среды. Однако в республике имеются экологические проблемы и нерешенные вопросы. В частности, необходимо дальнейшее развитие республиканской системы управления отходами, формирование системного подхода к вопросам охраны и использования особо охраняемых природных территорий, проведение мероприятий, направленных на повышение качества воды в источниках водоснабжения и ликвидацию накопленного экологического ущерба. Также серьезную озабоченность вызывает состояние экологически опасных объектов, свалок твердых бытовых отходов,

не отвечающих санитарно-гигиеническим требованиям [5].

Для решения экологических проблем, стоящих перед республикой, необходимо развивать систему экологических знаний. Осуществление конституционных прав граждан на благоприятную окружающую среду и конституционной обязанности каждого по сохранению природы в целях обеспечения экологической безопасности как важнейшей государственной задачи требует высокой экологической культуры граждан, достигаемой в процессе непрерывного экологического образования.

Список литературы

1. Бураев Р.А. Социально-экономическая география Кабардино-Балкарии. Учебник для вуз(ов). Издательский центр «Эль-фа». Нальчик, 2005. С. 325.
2. Природа Кабардино-Балкарии в сводном рейтинге «Зеленого патруля». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://kbr-time.ru/ecology/3887>. Дата обращения: 16.09.2014.
3. Проблемы рационального природопользования и охраны окружающей среды в Кабардино-Балкарской Республике. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://xn--90arleh.xn--p1ai/node/31>. Дата обращения: 16.09.2014.
4. Минприроды КБР провело ежегодную коллегию. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://nalchik.bezformata.ru/listnews/minprirodi-kbr-provelo-ezhagodnyu/3628719>. Дата обращения: 14.08.2014.
5. КБР в пятерке лучших по экологии. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://kbr-inform.ru/news-4215.html>. Дата обращения: 25.08.2014.

References

1. Burayev R. A. Sotsialno-ekonomicheskaya geography of Kabardino-Balkaria. The textbook for higher education institution(s). Publishing center of «Elf». Nalchik, 2005. pp. 325.
2. The nature of Kabardino-Balkaria in a summary rating of «Green patrol». [Electronic resource]. Access mode: <http://kbr-time.ru/ecology/3887>. Date of the address: 16.09.2014.
3. Problems of rational environmental management and environmental protection in Kabardino-Balkar Republic. [Electronic resource]. Access mode: <http://xn--90arleh.xn--p1ai/node/31>. Date of the address: 16.09.2014.
4. Ministry for Protection of the Environment and Natural Resources of KBR carried out annual board. [Electronic resource]. Access mode: <http://nalchik.bezformata.ru/listnews/minprirodi-kbr-provelo-ezhagodnyu/3628719>. Date of the address: 14.08.2014.
5. KBR in the five of the best on ecology. [Electronic resource]. Access mode: <http://kbr-inform.ru/news-4215.html>. Date of the address: 25.08.2014.

Рецензенты:

Бураев Р.А., д.г.н., профессор, заведующий кафедрой социально-экономической географии, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, г. Нальчик;

Нагоев А.Б., д.э.н., профессор кафедры менеджмента и маркетинга, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, г. Нальчик.

Работа поступила в редакцию 26.11.2014.

УДК 338.012

ОСОБЕННОСТИ ТЕРРИТОРИАЛЬНО-ОТРАСЛЕВОЙ СТРУКТУРЫ ПРОИЗВОДСТВА КБР И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ЭКОСИСТЕМУ

Мирзоева Ф.М., Бачиев Р.А., Гонгапшев Р.М.

*ФГБОУ «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова»,
Нальчик, e-mail: A_Nagoev@mail.ru*

Экосистема и проблемы хозяйственного развития Кабардино-Балкарии в настоящее время приобретает особое значение. Это связано с тем, что небольшая территория республики, отличающаяся экстремальностью природных условий, характеризуется высокой плотностью населения. Перспективы хозяйственного развития республики определяют необходимость усиления эксплуатации уникальных естественных ресурсов республики, что приведет к усилению хозяйственного воздействия на природу. В условиях высокой степени уязвимости и как следствие возможных необратимых процессов в экосистеме гор в результате хозяйственного воздействия существует актуальная необходимость во всесторонней разработке усилиями ученых разных специальностей проблем рациональных форм и методов освоения естественных ресурсов Кабардино-Балкарии. Отмечается, что наряду с традиционными методами восстановления экосистемы, полноценное обеспечение экологического благополучия возможно лишь при постоянном тесном сотрудничестве федеральных и республиканских органов исполнительной власти с учеными-экологами.

Ключевые слова: отраслевая структура, экология, ресурсы, экосистема

FEATURES TERRITORIALY – BRANCH STRUCTURE OF PRODUCTION KBR AND ITS INFLUENCE ON AN ECOSYSTEM

Mirzoeva F.M., Bachiev R.A., Gongapshev R.M.

*FGBOU «The Kabardino-Balkarian state university of K.M. Berbekov»,
Nalchik, e-mail: A_Nagoev@mail.ru*

The ecosystem and problems of economic development of Kabardino-Balkaria is of particular importance now. It is connected with that the small territory of the republic differing in extremeness of an environment is characterized by a dense population. Prospects of economic development of the republic define need of strengthening of operation of unique natural resources of the republic that will lead to strengthening of economic impact on the nature. In the conditions of high degree of vulnerability and as a result of possible irreversible processes in an ecosystem of mountains as a result of economic influence there is an actual need for comprehensive development by efforts of scientific different specialties of problems of rational forms and methods of development of natural resources of Kabardino-Balkaria. It is noted that along with traditional methods of restoration of an ecosystem, full ensuring ecological wellbeing is possible only at continuous close cooperation of federal and republican executive authorities with scientists – ecologists.

Keywords: branch structure, ecology, resources, ecosystem

Каждый регион РФ после известных событий получил в «наследство» от периода социализма определенную структуру экономики, которая явилась если и не главной, то одной из основных причин, обусловивших темпы перехода к рыночной экономике и адаптации в ней. Во время реформ руководство страны пыталось проводить мероприятия по рационализации структуры отраслей экономики страны, но структурные преобразования тормозились другими, более насущными в то время задачами.

Подобные проблемы затронули и рассматриваемый регион. Развивающаяся рыночная экономика вносит существенные изменения в производственно-отраслевую структуру КБР. Ряд промышленных предприятий, наносивших ранее существенный вред окружающей природной среде, прекращают свою производственную деятельность, либо переходят на выпуск другой экологически

менее опасной продукции, либо закрываются. В то же время имеющиеся в Прохладном и Терском районах нефтеперегонные установки незначительны по своей мощности, и поэтому их уровень воздействия на окружающую среду не столь высок. На данном этапе экономического развития республики наиболее значимыми загрязнителями являются отрасли сельского хозяйства и транспортные средства.

Естественной основой формирования и развития многоотраслевого сельского хозяйства являются почвенно-климатические условия и характерные особенности рельефа, что исторически обусловило выработку методов разумного использования природной среды. Тем не менее современное сельскохозяйственное производство во многом отличается как по степени интенсивности, так и по степени специализации, технологии производства, химизации, технической оснащенности и т.д.

Кабардино-Балкария – горная республика. Ее природно-климатические условия создают естественную основу для развития многоотраслевого сельского хозяйства. При этом разнообразие природных и экономических предпосылок ее природных зон и районов определяет их различную сельскохозяйственную специализацию.

В силу историко-географических условий предгорная зона подвергалась более значительному хозяйственному воздействию. В настоящее время на территории возделывается более 60% всей посевной площади зерновых культур республики. В структуре зерновых культур наибольший удельный вес составляют пшеница и кукуруза. По занимаемой площади выделяются посевы технических культур (12% всей посевной площади республики, большей частью это производство подсолнечника), а также возделывание картофеля и овоще-бахчевых культур. Равнинные и предгорные зоны по влажности и теплу особенно благоприятны для выращивания именно этих культур.

Отраслевая специализация характеризуется также в республике значительным развитием садоводства и виноградарства ввиду благоприятных природно-климатических и почвенных условий, которые заключаются в следующем:

- достаточно высокий уровень тепла (среднесуточная температура превышает 30°) и влаги;
- длительный безморозный умеренно теплый период, мягкие влажные зимы;
- богатые питательными веществами плодородные почвы с их незначитель-

ным промерзанием и сравнительно редкими аномальными явлениями в зимний период и т.д.

Наряду с высокими вкусовыми качествами яблоки, груши и сливы отличаются уровнем транспортабельности и продолжительным периодом лежки. Более того, садовые сорта в промышленное плодоношение вступают раньше, чем в Крыму, Грузии и Узбекистане. Эта особенность имеет большое значение в консервной промышленности как фактор, смягчающий сезонность производства. Также садоводство в республике отличается высокой продуктивностью. Период плодоношения садовых культур в республике продолжительнее, чем в указанных регионах [1].

Виноградарство – сравнительно молодая отрасль сельского хозяйства. Фактически оно стало развиваться после Великой Отечественной войны. Здесь выращиваются лучшие европейские и азиатские сорта винограда мускат белый, Каберне, Рислинг, Ркацител и др.

Многообразна отраслевая структура полеводства республики. Однако не менее значимо для всех зон и животноводство. Это связано опять-таки с историко-географическими особенностями развития Кабардино-Балкарии. Растениеводство и животноводство развиты почти во всех категориях хозяйств республики лишь с той разницей, что в структуре сельскохозяйственного производства в горной зоне все-таки преобладает животноводство, а в равнинной части – растениеводство (табл. 1).

Таблица 1

Посевная площадь сельскохозяйственных культур по категориям хозяйств (тыс. га)

	Вся посевная площадь	В том числе площадь под посевами			
		Зерновых культур	Технических культур	Картофеля и овоще-бахчевых	Кормовых культур
Хозяйства всех категорий	291,0	195,0	34,2	33,5	28,3
В том числе:					
Сельскохозяйственные организации	136,4	91,6	21,4	5,7	17,7
Хозяйства населения	19,6	1,7	0,1	17,6	0,2
Крестьянские (фермерские) хозяйства	135,0	101,7	12,7	10,2	10,4

Источник: [2].

Преимущественное развитие животноводства в горной зоне определяется по преимуществу обилием кормовых угодий. Здесь на каждые 100 га пашни приходится в среднем 250 га естественных сенокосов и пастбищ, в то время как в предгорной зоне они составляют всего 77,4 га, а в равнинной части – 37 га.

На долю горной зоны приходится свыше 30% поголовья овец, более 20% поголовья крупного рогатого скота республики. Тем не менее за время формирования рыночной экономики животноводством стали заниматься практически все категории хозяйств во всех зонах республики. По данным 2012 г. показа-

тели хозяйств выглядят следующим образом (табл. 2).

Некогда бездорожная Кабардино-Балкария сегодня отличается развитым транспортным хозяйством. Это обусловлено, прежде всего, экономико-географическим положением республики, особенностями рельефа и другими условиями. Автотранспорт обеспечивает основной объем внутриреспубли-

канских и межрайонных перевозок. Основным транспортно-хозяйственным центром является Нальчик. Город связан шоссейными трассами с такими городами, как Владикавказ, Ставрополь, Грозный, Махачкала, Пятигорск, Минеральные Воды и др. Территорию Кабардино-Балкарии пересекает благоустроенная автомагистраль Москва – Тбилиси, которая дает выход в государства Закавказья.

Таблица 2

Показатели хозяйств за 2013 год

	Крупный рогатый скот	В том числе коровы	Свиньи	Овцы и козы	В том числе овцы	Лошади
Хозяйства всех категорий, тыс.голов В том числе:	277,9	135, 4	55,2	414,4	400,0	14,3
Сельскохозяйственные организации	44,7	16,3	46,8	74,1	71,4	4,6
Хозяйства населения	189,8	96,7	8,4	216,3	207,4	7,0
Крестьянские (фермерские) хозяйства	43,4	22,4	–	124,0	121,3	2,7

Источник: [2].

Протяженность автомобильных дорог, проходящих по территории КБР, составляет 3158 км. Кроме автомагистралей по территории республики проходят 5 газопроводов высокого давления, один нефтепровод и одна железнодорожная линия (184 км). Ее восточный участок связывает КБР через станции Котляревская и Прохладный с Северной Осетией, Чеченской, Ингушской и Дагестанской республиками, а через Минеральные Воды и Невинномысск – со Ставропольским и Краснодарскими краями, Ростовской областью, Украиной и центральными районами страны [4].

Общий объем выбросов загрязняющих веществ (от стационарных источников и автотранспорта республики) по данным Министерства природных ресурсов и экологии КБР составил 57,089 тыс. т в год, в том числе твердых веществ 0,751 тыс. т, диоксида серы 0,289 тыс. т, оксида углерода 41,901 тыс. т, оксидов азота 7,478 тыс. т и т.д.

Основной объем выбросов загрязняющих веществ приходится на промышленные предприятия по производству и распределению электроэнергии, газа и воды: ОАО «Теплоэнергетическая компания» и ОАО «Прохладный теплоэнерго» (26%), Моздокское ЛПУМГ ОАО «Газпром» (при транспортировке газа по трубопроводам – 17%), добыче известняка, гипсового камня и мела (ООО «КБ Гипс» – 12%).

Значительный объем выбросов приходится на автотранспорт (93,8%). Из общего объема выбросов загрязняющих веществ он составил: твердых веществ – 13,3%, диоксида серы – 69,2%, оксида углерода – 97,8%, оксидов азота – 90,9%, аммиака – 30,3%, метана – 70,4% и т.д.

Для географии промышленных предприятий республики характерно их преимущественное размещение в городских поселениях. Соответственно, основной вклад по выбросу загрязняющих веществ большей частью приходится на стационарные установки (предприятия и автотранспорт) городов республики. Это предприятия: по производству и распределению электроэнергии, газа и воды (МУП «Баксангортеплосбыт», такое же предприятие МП ММР «Майская теплоснабжающая управляющая компания»), в Нальчике – предприятие по производству и распределению электроэнергии, газа и воды (69%), в Прохладном – предприятие осуществляющее транспортировку по трубопроводам газа (Моздокское ЛПУМГ ОАО «Газпром»), а также предприятие осуществляющее транспортировку и производство электроэнергии, газа и воды, в Тереке – основной объем выбросов загрязняющих веществ приходится на предприятие, по производству инструментов ОАО «Терекалмаз», в Тырныаузе – основной загрязнитель ООО «Каббалкгипс» [5].

Экосистема и проблемы хозяйственного развития Кабардино-Балкарии в настоящее время приобретают особое значение в силу ряда причин. Во-первых, небольшая территория республики, отличающаяся экстремальностью природных условий, характеризуется высокой плотностью населения (2013 г. – 68,9 чел. на кв.км, ЮФО – 36,5 чел. на кв.км). Протяженность территории в меридиональном направлении 160 км, в широтном направлении – 145 км. Во-вторых, перспективы хозяйственного развития республики определяют необходимость усиления эксплуатации уникальных естественных

ресурсов республики, что приведет к усилению хозяйственного воздействия на природу. В условиях высокой степени уязвимости и, как следствие, возможных необратимых процессов в экосистеме гор в результате хозяйственного воздействия существует актуальная необходимость во всесторонней разработке усилиями ученых разных специальностей проблем рациональных форм и методов освоения естественных ресурсов Кабардино-Балкарии. Объективно это во многом связано с переориентацией экономического развития республики на традиционные отрасли народного хозяйства каковыми являются прежде всего сельское хозяйство, и перерабатывающие ее сырье предприятия, составляющие в целом агропромышленный комплекс (АПК).

Во-первых, сельское хозяйство – именно тот отраслевой комплекс, который базируется в своем развитии непосредственно на естественных сырьевых ресурсах и соответствующих природных условиях. В этой связи, в отличие от других отраслей, для нее характерна многогранность воздействия на природную среду.

Во-вторых, в условиях плановой системы хозяйствования долгие годы эксплуатация природных ресурсов носила потребительский характер в целях достижения высоких экономических показателей как в растениеводстве, так и в животноводстве. В новых условиях рыночной экономики происходит резкая интенсификация сельскохозяйственного производства, значительный рост механизации и химизации, высокая степень специализации и концентрации предприятий, обрабатывающих сельхозсырье. Все это в итоге приводит к возникновению новых связей между сельским хозяйством и окружающей природной средой.

В-третьих, сельскохозяйственное производство является древнейшей отраслью, развитие которой шло длительное время на основе потребительского отношения к естественным условиям и ресурсам без соответствующих мер по их восстановлению.

Воздействие многоотраслевого сельского хозяйства на природную среду многообразно. В научных исследованиях принята определенная классификация конкретных видов воздействия. Это:

І. Привнесение в природу в повышенных концентрациях чужеродных ей веществ (пестициды, минеральные и органические удобрения; выбросы продуктов сгорания топлива сельскохозяйственной техникой; стоки животноводства и т.д.).

ІІ. Изъятие из природы ее вещества путем производственной деятельности (растениеводство, орошаемое земледелие, различные виды обработки земли, мелиоративные работы, выпас скота и т.д.).

Важной особенностью сельского хозяйства (животноводства и растениеводства)

является то, что ее отрасли воздействуют на природу в пределах большой площади. Поэтому в отличие от промышленных объектов, носящих в своем воздействии на природу «точечный» характер, сельскохозяйственное производство носит территориально масштабный характер и отличается интенсивностью [3].

Промышленные предприятия (99 промышленных предприятий) являются стационарными источниками выбросов загрязняющих веществ (57,098 тыс. т в год). Суммарный объем уловленных загрязняющих веществ (до 95%) наблюдается в ряде предприятий различных отраслей пищевой промышленности (производство крахмалопродуктов, сахарная, мясная), в стройиндустрии, горнодобывающей промышленности, инструментостроении, металлургии и т.д.

Полноценное обеспечение экологического благополучия возможно лишь при постоянном тесном сотрудничестве федеральных и республиканских органов исполнительной власти с учеными-экологами.

Необходимо уделить внимание восстановительным лесопосадкам вблизи населенных пунктов. Возможно привлечение к этому учащихся школ каждого отдельно взятого сельского поселения. Ко всему прочему это еще и процесс воспитания чувства ответственности за сохранение природы

Список литературы

1. Глушкова В.Г., Макар С.В. Экономика природопользования: учебное пособие. – М., 2007.
2. Социально-экономическое положение КБР. – Нальчик. Госкомстат, 2013. – 347 с.
3. Сельское хозяйство: взаимный интерес за круглым столом. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://kbr-inform.ru/news-173.html>. Дата обращения: 27.09.2014.
4. Специализация хозяйства и отраслевая структура промышленности Кабардино-Балкарской Республик. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.kavkaz-uzel.ru/articles/9383/>. Дата обращения: 21.09.2014.
5. Экономика Кабардино-Балкарии. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://newsruss.ru/doc/index.php/>. Дата обращения: 21.09.2014.

References

1. Glushkova V. G., Makar S. V. *Economy of environmental management. Manual.* M., 2007.
2. *Economic and social situation of KBR. Nalchik. Goskomstat, 2013. 347 p.*
3. *Agriculture: mutual interest at a round table.* [Electronic resource]. Access mode: <http://kbr-inform.ru/news-173.html>. Date of the address: 27.09.2014.
4. *Specialization of economy and branch structure of the industry Kabardino-Balkarian Republics.* [Electronic resource]. Access mode: <http://www.kavkaz-uzel.ru/articles/9383/>. Date of the address: 21.09.2014.
5. *Economy of Kabardino-Balkaria.* [Electronic resource]. Access mode: <http://newsruss.ru/doc/index.php/>. Date of the address: 21.09.2014.

Рецензенты:

Бураев Р.А., д.г.н., профессор, заведующий кафедрой социально-экономической географии, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, г. Нальчик;

Нагоев А.Б., д.э.н., профессор кафедры менеджмента и маркетинга, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, г. Нальчик.

Работа поступила в редакцию 26.11.2014.

УДК 336.711

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ РЕФИНАНСИРОВАНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО БАНКА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ (БАНКА РОССИИ)

Родичева В.Б.

*ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б.Н. Ельцина», Екатеринбург, e-mail: valeri8808@bk.ru*

В данной статье рассмотрены вопросы, посвященные тенденциям развития системы рефинансирования кредитных организаций в Российской Федерации. В целях обеспечения комплексного подхода к решению вопросов регулирования банковской ликвидностью и обеспечения стабильности банковского сектора Банк России, являясь кредитором последней инстанции для кредитных организаций, организует систему их рефинансирования. Общеизвестно, что развитие системы рефинансирования кредитных организаций тесно связано с проводимой в стране денежно-кредитной политикой. Перспективы развития современной российской экономики связаны с необходимостью повышения роли денежно-кредитной политики в целях обеспечения устойчивого экономического роста. Значимость инструмента рефинансирования кредитных организаций для экономики в целом объясняется способностью регулирования ликвидности на макро- и микроуровнях в соответствии с целями денежно-кредитной политики. Система рефинансирования РФ активно развивается, расширяется спектр и объем операций рефинансирования, оттачивается инструментальный анализ финансового состояния банков-контрагентов. В то же время история развития банковской системы России наглядно демонстрирует тот факт, что в кризисной ситуации существующая система рефинансирования кредитных организаций не всегда способна обеспечить ожидаемую эффективность.

Ключевые слова: банковская система, денежно-кредитная политика, залоговое обеспечение, инструменты денежно-кредитной политики, кредитные организации, кредиты Банка России, Ломбардный список Банка России, рефинансирование, Центральный банк Российской Федерации, экономика

TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF THE SYSTEM OF REFINANCING OF THE CENTRAL BANK OF THE RUSSIAN FEDERATION (BANK OF RUSSIA)

Rodicheva V.B.

Ural Federal University, Ekaterinburg, e-mail: valeri8808@bk.ru

This article addressed questions about trends in the system of refinancing of credit institutions in the Russian Federation. In order to ensure an integrated approach to the regulation of Bank liquidity and stability of the banking sector the Bank of Russia, being the lender of last resort for credit institutions, organizes refinance system. It is well known that the development of the system of refinancing of credit institutions is closely connected with the country's monetary policy. Prospects of development of the modern Russian economy associated with the need to enhance the role of monetary policy in order to ensure sustainable economic growth. The significance of the tool refinancing of credit institutions for the economy as a whole due to the ability of the liquidity regulation at the macro and micro levels in accordance with the objectives of monetary policy. The refinancing of the Russian Federation is actively developing, expanding the range and volume of refinancing operations, honed the tools of analysis of financial condition of banks. At the same time the history of the development of the Russian banking system clearly demonstrates the fact that in a crisis situation, the existing system of refinancing of credit institutions are not always able to deliver the expected performance.

Keywords: banking system, monetary policy, collateral, monetary policy instruments, credit institutions, loans of the Bank of Russia, Lombard list of the Bank of Russia, refinancing, the Central Bank of the Russian Federation, the economy

За последние годы произошли глобальные изменения в банковских системах отдельных стран, в частности России. Формирование рыночных отношений в России и перспективные задачи развития экономики страны предъявляют новые требования к устойчивости и масштабам функционирования банковской системы. Обеспечение равновесия и устойчивости банковской системы, в свою очередь, невозможно без решения вопросов управления банковской деятельностью и регулирования банковской ликвидностью.

Цель исследования заключается в выявлении сущности системы рефинансирования

как инструмента управления ликвидностью кредитных организаций РФ и оценки ее соответствия потребностям отечественной банковской системы.

Для достижения поставленной цели автор обобщил и проанализировал основные нормативно-правовые акты, учебные пособия и научные статьи по теме исследования. Среди методов анализа можно выделить аналитический и статистический методы.

Наибольшая эффективность реализации денежно-кредитной политики Центрального банка проявляется тогда, когда используется вся совокупность экономических

инструментов, причем в целесообразной последовательности. Совершенствование денежно-кредитной сферы экономики России происходит при помощи совместных действий Центрального банка Российской Федерации (далее – ЦБ РФ, Банк России) и государства. Цель денежно-кредитной политики ЦБ РФ состоит в том, чтобы создать на денежном рынке условия для того, чтобы в экономике постоянно существовала такая масса денег и кредитов, которая необходима для развития экономики страны. К основным инструментам денежно-кредитной политики относится рефинансирование коммерческих банков Банком России [2].

Расширение возможностей рефинансирования для кредитных организаций, безусловно, важно. Вместе с тем необходимо учитывать интересы страны. Поэтому кредитование должно быть направлено, прежде всего, на поддержание кредитных организаций, которые способствуют развитию российской экономики и в конечном итоге – росту уровня жизни населения.

Реализация процесса рефинансирования кредитных организаций должна иметь важное значение при регулировании уровня ликвидности всей банковской системы страны. Вместе с тем, несмотря на наличие практически всех элементов, присущих развитым странам, на сегодняшний день рефинансирование в России имеет целый ряд проблем.

В настоящее время проблемы банковского сектора можно определить следующим образом:

- 1) низкий уровень капитализации банковской системы;
- 2) рост числа банков с низким показателем достаточности капитала;
- 3) высокая степень концентрации банковских активов;
- 4) нехватка ликвидности у коммерческих банков;
- 5) ухудшение условий кредитования реального сектора экономики;
- 6) рост рынка долговых обязательств;
- 7) значительный отток капитала, в том числе через банковский сектор;
- 8) низкий уровень монетизации экономики.

Нехватка активов банковской системы негативно отражается на состоянии экономики в целом. Среди возможных путей расширения активов банковского сектора наиболее эффективными многие банковские аналитики считают использование средств государства. Одних только вкладов населения для решения проблем развития кредитования недостаточно, частный бизнес не считает банковский сектор привлекательным для инвестиций, а иностранное финанси-

рование может привести к кредитной зависимости. Использование государственных средств приведет к усилению влияния государства на банковский сектор Российской Федерации. Однако на сегодняшнем этапе, поддержка государства необходима [4].

В данной статье автором будут определены проблемы, которые на сегодняшний день, присутствуют в системе рефинансирования кредитных организаций в России.

Отечественная система рефинансирования в основном ориентирована на крупнейшие системообразующие банки. Данный подход в целом соответствует международной практике, когда ликвидные ресурсы, передаваемые банкам первого эшелона, через механизм межбанковского кредитования доводятся до средних и мелких участников системы. Однако возможность перераспределения ресурсов через межбанковский рынок в российских условиях отсутствует.

По мнению автора, банковскую систему можно разделить в зависимости от масштаба деятельности на три вида: крупнейшие системообразующие банки и дочерние структуры крупных международных банков (банки первого круга), средние банки московского региона и крупнейшие региональные банки (банки второго круга) и мелкие и средние региональные банки (банки третьего круга).

В период кризиса, насколько бы эффективными ни были мероприятия ЦБ РФ, поступающие в банковскую систему ликвидные ресурсы не доходят до потенциально нуждающихся в них заемщиках, оседая в крупнейших банках, которые минимизируют собственные возможные риски возникновения дефицита ликвидности и страхуются от потенциальных кредитных рисков.

В настоящее время сложилась ситуация, когда банки, обладающие избыточной ликвидностью, наращивают свое присутствие на кредитном рынке, а мелкие и средние банки вынуждены сокращать свою деловую активность.

У российских кредитных организаций не хватает необходимого залогового обеспечения для получения финансирования. Концентрация банковских активов в нескольких крупных банках приводит к спекуляциям и в целом нестабильности на межбанковском рынке.

Базовым источником ресурсов для сектора малых и средних банков выступают вклады населения. И эти банки – единственный в нашей стране институт, гарантирующий гражданам не только сохранность их сбережений (в пределах страховой суммы – 700 тыс. руб.), но и реальный доход выше уровня инфляции, позволяющий

реально накапливать денежные средства. Однако их дальнейшее размещение ограничено в связи с тем, что предложить такие условия кредитования крупным компаниям, как ведущие банки, они не могут.

В итоге и рентабельность малых и средних банков уступает банкам первой группы.

На сегодняшний день самыми востребованными в рамках стандартных процедур рефинансирования являются внутридневные кредиты. Так, объем операций по данному инструменту за девять месяцев 2014 года составляет более 85% от общего объема выданных Банком России кредитов (общая сумма выданных кредитов Банка России составила с января по сентябрь 2014 года 46 254 717,07 млн. руб.). На втором месте (14,1%) по востребованности кредитными организациями и их филиалами располагаются кредиты, обеспеченные активами или поручительствами. Кредиты овернайт, ломбардные и кредиты, обеспеченные золотом, составляют 0,35; 0,14 и 0,003% соответственно [5].

Для большинства банков доступны только краткосрочные ресурсы. Само собой разумеется, что данные ресурсы могут рассматриваться лишь как источник разрешения краткосрочных проблем с текущей ликвидностью, носящих скорее технический характер. То есть такие ресурсы невозможно рассматривать в качестве средства разрешения важной проблемы российского банковского сектора, связанной с трансформацией относительно краткосрочных и мобильных пассивов в среднесрочные активы [1].

Необходимым условием оздоровления ситуации в банковском секторе, повышения эффективности денежно-кредитной политики и развития механизмов кредитования в России является совершенствование системы рефинансирования. В этом направлении возможными путями решения проблем могут быть:

- предоставление кредитным организациям беззалогового финансирования на срок до недели;
- создание межбанковской площадки рефинансирования под управлением ЦБ РФ;
- совершенствование системы риск-менеджмента в этом секторе.

С каждым годом объем кредитов, предоставляемых Банком России кредитным организациям и их филиалам, увеличивается в 3–4 раза. Вместе с тем половина кредитных требований банков, потенциально пригодных для обеспечения кредитов Банка России, не могут служить данным обеспечением по кредитам Банка России.

Цена на ценные бумаги, используемые в качестве залога под кредит Банка России,

определяется на рынке ценных бумаг ежедневно. Но в то же время стоимость нерыночных активов, которыми могут являться векселя, права требования по кредитным договорам, выпуски облигаций и поручительства банков, и их категория качества определяется банками самостоятельно по их собственным методикам оценки. Ряд оценок, проведенных Банком России, показал, что зачастую оценка финансового положения заемщика кредитной организации и, следовательно, нерыночного актива заемщика, является завышенной. Неверно определенная категория качества актива влечет за собой множество рисков для Банка России [3].

В ходе работы по оценке активов кредитных организаций было выявлено значительное количество рисков. Одним из значимых рисков можно назвать неадекватную оценку некоторых кредитных продуктов. Это может повлечь за собой изменение первоначальных условий кредитования и изменение категории качества данного актива. Таким образом, мы можем видеть, что совместно с ростом объема предоставленных кредитов кредитным организациям, риски Банка России также возрастают, и на сегодняшний момент это является крайне важной проблемой. Важным является решение вопроса о дальнейшем расширении перечня активов, которые используются в качестве обеспечения по инструментам рефинансирования ЦБ РФ.

Ситуация нестабильности, в которой находится мировая финансовая система, требует принципиально новых подходов органов денежного регулирования к поддержанию ликвидности банковского сектора.

Необходимо расширять Ломбардный список Банка России за счет дальнейшего включения в него ценных бумаг стабильно функционирующих коммерческих организаций и включить в него корпоративные облигации и векселя крупных компаний с высокими рейтингами международных рейтинговых агентств, бумаги региональных органов власти и муниципальных органов государственного управления, государственных институтов развития, корпораций и акционерных обществ и не требовать у кредитных организаций, владеющих этими ценными бумагами, поручительства названных эмитентов.

Данный факт будет способствовать более равномерному наращиванию ликвидности, ее притоку в неэкспортные отрасли и в регионы-эмитенты, территориальному и межотраслевому перетоку капитала.

После внесения соответствующих законодательных изменений, позволяющих Банку России совершать операции на фондовых биржах с корпоративными ценными

бумагами, будет возможным проведение операций прямого РЕПО с биржевыми облигациями и акциями наиболее надежных эмитентов.

Банком России предусматривается создание «единого пула обеспечения», включающего в себя как рыночные, так и нерыночные активы.

Основная цель создания «единого пула обеспечения» – обеспечение любой финансово-стабильной кредитной организации возможности получать внутрисдневные кредиты, кредиты овернайт и кредиты на срок до 1 года под любой вид обеспечения, входящий в «единый пул обеспечения». В него будут входить:

- ценные бумаги из Ломбардного списка Банка России;
- векселя, права требования по кредитным договорам;
- иное имущество.

На сегодняшний день около 50% кредитных организаций имеют в своем портфеле ценные бумаги из Ломбардного списка, при этом практически все они имеют в кредитном портфеле кредиты и векселя 1-й и 2-й группы качества.

Кроме того, в качестве целей необходимо отметить следующие: унификация процедуры предоставления кредитов Банка России, предоставляемых в рамках нормативных документов (Положение Банка России от 04.08.2003 № 236-П, от 12.11.2007 № 312-П, от 30.11.2010 № 362-П); обеспечение максимальной доступности кредитов Банка России всем финансово устойчивым кредитным организациям; использование более рационального механизма отбора предметов залога по кредитам Банка России; снижение частоты трудоемкой процедуры реформирования обеспечения по кредитам Банка России при изменении стоимости отдельных активов, находящихся в залоге по кредиту Банка России; обеспечение большей юридической защиты кредитных сделок для Банка России и приближение к международной банковской практике рефинансирования кредитных организаций.

При этом между Банком России и кредитными организациями предполагается заключать соглашения, что позволит определять общие условия предоставления кредитов Банка России при использовании дифференцированного подхода к установлению процентных ставок по ним в зависимости от качества обеспечения.

Первый этап создания единого механизма рефинансирования включает в себя унификацию инструментов рефинансирования под обеспечение рыночных и нерыночных

активов и векселей и прав требования по кредитным договорам организаций.

Второй этап создания единого механизма рефинансирования подразумевает под собой формирование «единого пула обеспечения», включающего как рыночные активы, в том числе ценные бумаги из Ломбардного списка Банка России, так и нерыночные активы – векселя, права требования по кредитным договорам организаций, а также, возможно, иное имущество.

Создание такого пула – одна из приоритетных задач Банка России, так как он послужит основой для управления ликвидностью в стране через широкую сеть организаций, получающих финансирование от ЦБ РФ (рисунок).

Так, переход к единому механизму рефинансирования Банком России кредитных организаций позволит любой финансово устойчивой российской кредитной организации получить кредит Банка России, обеспеченный активами, входящими в единый пул обеспечения. Кроме того, «единый пул обеспечения» позволит кредитным организациям при получении рефинансирования в Банке России более эффективно управлять своим портфелем ценных бумаг. Банком России будет продолжена политика расширения перечня активов, которые могут быть использованы в качестве обеспечения его кредитов.

Исходя из данной схемы, целесообразно перечислить преимущества данного нововведения.

Вместе с тем переход к такому залоговому пулу потребует в первую очередь изменения законодательной базы и нормативно-правовых актов Банка России. Во-вторых, разработки и установления видов, фиксированных сроков и условий кредитов, единых требований к банкам-заемщикам и единого генерального кредитного договора. В-третьих, совершенствования программного обеспечения и разработки новых автоматизированных систем, алгоритма и методики предоставления таких кредитов.

Усовершенствование системы рефинансирования Банка России означает, что она в условиях кризиса способствовала стабилизации не только банковского сектора, но и экономики в целом.

Следует заметить, что в настоящее время реформы в банковском секторе продолжают. Стратегическими целями этих преобразований являются: укрепление устойчивости банковской системы; повышение качества реализации банковским сектором функций по аккумулированию сбережений населения, средств предприятий, их трансформации в кредиты и инвестиции; предотвращение использования

кредитных организаций для недобросовестной коммерческой практики.

Банк России продолжит участие в работе, направленной на закрепление на законодательном уровне возможности по привлечению специализированных орга-

низаций, в том числе Агентства по страхованию вкладов, к организации публичных торгов по реализации имущества, принятого в залог по кредитам Банка России, не обращающегося в России на организованном рынке.



Первый и второй этапы создания Банком России «единого пула обеспечения»

В условиях ограниченности объема обеспечения, имеющегося в наличии у кредитных организаций, и усиления их потребности в рефинансировании Банк России при необходимости будет использовать аукционы по предоставлению кредитов без обеспечения кредитным организациям с международным рейтингом долгосрочной

кредитоспособности не ниже определенного уровня.

Резюмируя вышесказанное, можно определить следующие аспекты. Система рефинансирования в России активно развивается, причем для нее характерны черты рыночного типа, отражающие важную роль рыночных инструментов. За достаточный

непродолжительный период своего развития состояние этой сферы не отличалось стабильностью: периоды расширения объемов рефинансирования не раз сменялись периодами кризиса.

В качестве общего тренда развития рефинансирования в России необходимо выделить:

- рост объемов рефинансирования банков и повышение значимости этих операций для формирования ресурсной базы банковского сектора;
- активное развитие операций рефинансирования в регионах страны;
- снижение процентных ставок по операциям рефинансирования;
- расширение операций рефинансирования со стороны Банка России, использование им рыночных механизмов.

Таким образом, экономическая ситуация в России на современном этапе характеризуется необходимостью сдерживания инфляционных процессов при одновременном стимулировании экономического роста. Денежно-кредитная политика ЦБ РФ имеет большое значение для России. Особенность ее заключается в том, что существуют различные инструменты и методы денежно-кредитного регулирования, которые активно использует Банк России для достижения укрепления устойчивости банковской системы и кредитной политики. Поэтому необходимо наличие эффективно функционирующей системы рефинансирования кредитных организаций. Это должна быть четко структурированная система с ясной законодательной основой и эффективно функционирующими инструментами. Она должна включать в себя, во-первых, сам финансовый рынок, где должна быть сформирована работающая система межбанковского кредитования, во-вторых, Банк России, который со своей стороны должен обеспечивать банковской системе необходимое доступное рефинансирование. В целом новая система позволит улучшить механизм рефинансирования банковской деятельности совокупностью вариантов обеспечения,

которые признаются ЦБ подходящими для выдачи краткосрочных займов. Такой подход к организации кредитного рынка России позволяет расширить возможности его участников и в целом поддержать функционирование экономической системы государства на мировом уровне.

Список литературы

1. Астрелина В.В. Управление ликвидностью в российском коммерческом банке : учеб. пособие / В.В. Астрелина, П.К. Бондарчук, П.С. Шальнов. – М.: ИНФРА-М, 2012. – 175 с.
2. Братко А.Г. Центральный банк в банковской системе России: монография. – М.: СПАРК, 2010. – 345 с.
3. Прасолова Е.Н. Организация деятельности Центрального банка России: учеб. пособие. – СПб.: СПбГИЭУ, 2009. – 256 с.
4. Улюкаев А.Д. Денежно-кредитная политика России на современном этапе: учеб. пособие. – М.: ЮНИТИ, 2009. – 210 с.
5. Информация по кредитным организациям: Официальный сайт Центрального банка Российской Федерации. Режим доступа: <http://www.cbr.ru> (дата обращения: 01.11.2014).

References

1. Astrelina V.V. Liquidity management in the Russian commercial banks: studies. Benefit / V.V. Astrelina, P.K. Bondarchuk, P.S. Shalnov. M.: INFRA-M, 2012. 175 p.
2. Bratko A.G. The central bank in the Russian banking system: monograph. M.: SPARK, 2010. 345 p.
3. Prasolova E.N. Organization of the Central Bank of Russia: studies. allowance. SPb.: SPbGIEU, 2009. 256 p.
4. Uljukaev A.D. Monetary policy in Russia at the present stage: studies. allowance. M.: UNITY, 2009. 210 p.
5. Information on Credit Organizations: The official website of the Central Bank of the Russian Federation. Mode of access: <http://www.cbr.ru> (date accessed: 01.11.2014).

Рецензенты:

Князева Е.Г., д.э.н., профессор, заведующая кафедрой страхования, ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург;

Юззович Л.И., д.э.н., профессор кафедры страхования, ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург.

Работа поступила в редакцию 26.11.2014.

УДК 330.16

ИННОВАЦИОННАЯ ВОСПРИИМЧИВОСТЬ РАБОТНИКОВ ОРГАНИЗАЦИИ

Рудалева И.А., Кабашева И.А.

ГОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»,
Казань, e-mail: kaba.73@mail.ru, rudiran@mail.ru

Проведен анализ инновационной восприимчивости работников и факторов, на нее влияющих, на примере предприятия, оказывающего услуги в сфере дорожного строительства. В качестве факторов, определяющих склонность к инновациям, были последовательно рассмотрены социально-экономический тип личности, участие в работе семинаров (конференций), участие в программах повышения квалификации и стажировках, наличие предложений по улучшению работы организации, опыт практического внедрения предложений в профессиональной деятельности, система мотивации инновационной деятельности на предприятии. В результате корреляционно-регрессионного анализа было выявлено, что к числу наиболее значимых факторов готовности работников к осуществлению инноваций относятся социально-экономический тип личности и действующая на предприятии система мотивации инновационной деятельности. При этом среди работников женского пола отмечается большее число активных реформаторов (желают, умеют работать и активно действуют) – на уровне 65 %, в то время как среди мужчин их оказалось 50 %.

Ключевые слова: инновации, инновационная восприимчивость, организация, факторы инновационной восприимчивости, готовность к инновациям, мотивация

INNOVATIVE SUSCEPTIBILITY WORKERS ORGANIZATIONS

Rudaleva I.A., Kabasheva I.A.

Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, e-mail: kaba.73@mail.ru, rudiran@mail

The analysis of innovation receptivity workers and factors affecting it by the example of an enterprise providing services in the field of road construction. The factors determining the propensity to innovate, were consistently addressed the socio-economic type of personality, participation in seminars (conferences), participation in training programs and internships, the availability of proposals for improving the work organization, the experience of practical implementation of the proposals in the professional activity, the system motivate innovation in the enterprise. As a result, regression analysis revealed that among the most important factors of readiness of employees to implement innovations include the socio-economic type of personality and acting on the enterprise incentive system innovation. Moreover, among female workers observed a greater number of active reformers (wish, able to work and are active) – at 65 %, while men turned their 50 %.

Keywords: innovation, innovation receptivity, organization, innovation receptivity factors, willingness to innovate, motivation

В научной литературе отсутствует единство мнений относительно трактовки термина «инновационная восприимчивость» и «инновационный потенциал» организации. Так, например, К. Бармута определяет инновационный потенциал в качестве характеристики плотности потока нововведений, эффективности корпоративных НИОКР, скорости доведения новшеств до рынка и т.д., обуславливающей «синергию» инновационной деятельности разных структурных подразделений. [1]

По мнению И. Бойко, инновационный потенциал представляет собой совокупность кадровых, материально-технических, информационных и финансовых ресурсов, обслуживаемых соответствующей инфраструктурой, предназначенной для реализации нововведений [2].

Схожий взгляд на инновационный потенциал высказывает К. Галстян, подразумевая под ним предполагаемые или уже мобилизованные на достижение иннова-

ционной цели ресурсы и организационный механизм (технология деятельности и организационная структура) [3].

Инновационный потенциал в качестве стратегии поведения субъекта хозяйствования по отношению к процессу инноваций рассматривается в работах авторитетных российских ученых Б. Кузык и Ю. Яковец [5].

Таким образом, одни ученые выделяют в качестве ключевой характеристики ресурсное обеспечение инноваций, финансово-экономические и организационно-технические аспекты деятельности фирмы, другие – корпоративную политику организации по отношению к нововведениям.

Инновационная восприимчивость, являясь составной частью инновационного потенциала предприятия, отражает его способность реализовать и применять нововведения. «Если трактовать инновации за пределами технического детерминизма, т.е. как инновации на основе знаний, то очевидна необходимость выделения в качестве объ-

екта управления... именно инновационную восприимчивость организации...», что, по мнению Н.П. Масленниковой, способно существенно повысить инновационную активность российских организаций [7].

Уровень инновационной восприимчивости организации зависит от различных внутренних и внешних факторов. К внутренним факторам относится наличие благоприятных экономических, организационных, психологических, кадровых и технических условий для инноваций.

Важную роль играют внешние факторы, связанные с развитостью рыночных отношений; состоянием финансово-экономической системы; социально-экономическими и политическими факторами; наличием или отсутствием благоприятного инновационного климата и поддержки со стороны государства и т.д.

При этом исходя из проблем обеспечения инновационной восприимчивости российского бизнеса И.А. Кабашева справедливо отмечает, прежде всего, дефицит инновационных кадров, нехватку во внутренней среде организаций стимулов и механизмов, нацеливающих или понуждающих людей к новаторской деятельности [4].

Схожей точки зрения придерживается Р.М. Кундакян, отмечая острую необходимость формирования системы поощрения участников процесса инновационной деятельности в российской экономике [6].

На преимущественное создание соответствующей нормативно-правовой базы для обеспечения внедрения инноваций на микроуровне настаивают И.А. Рудалева, А.А. Смирнов и др. [8].

Если подробнее остановиться на социально-психологических установках по отношению к нововведениям, то исходя из соотношения в них трех компонентов (готовность к нововведениям – мотивационный компонент; готовность к новым условиям жизнедеятельности (знания, умения, навыки, опыт) – когнитивный компонент и реальная активность (действия, поступки – поведенческий компонент), А.Л. Журавлев дает классификацию социально-экономических типов личности в зависимости от установки к нововведениям: «активные реформаторы» (желают, умеют работать и активно действуют); «пассивные реформаторы» (желают, умеют, но не действуют); «пассивные противники» (не желают, не умеют, не действуют); «активные противники» (не желают, не умеют, действуют против изменений) [9]. Как указывает автор классификации, сами эти типы достаточно подвижны и их соотношение в коллективах может меняться очень быстро.

Цель данного исследования заключается в оценке готовности работников организации, осуществляющей деятельность в сфере дорожного строительства, к внедрению инноваций и новых технологий, а также выявлению факторов, ее определяющих.

В качестве методов исследования были выбраны следующие: метод структурированного опроса, метод парных сравнений, наблюдение (структурированное и неструктурированное), структурированное интервью, метод экспертной оценки. Статистическая обработка данных эмпирического исследования проводилась с помощью факторного анализа, корреляционно-регрессионного анализа с применением пакета программы GRETLL.

В нашем исследовании отношение работников к внедрению инноваций анализируется на основе вопроса: «Готовы ли Вы принять участие во внедрении новшеств (инноваций) в Вашей организации?». Предлагались на выбор два варианта ответов: «да», «нет».

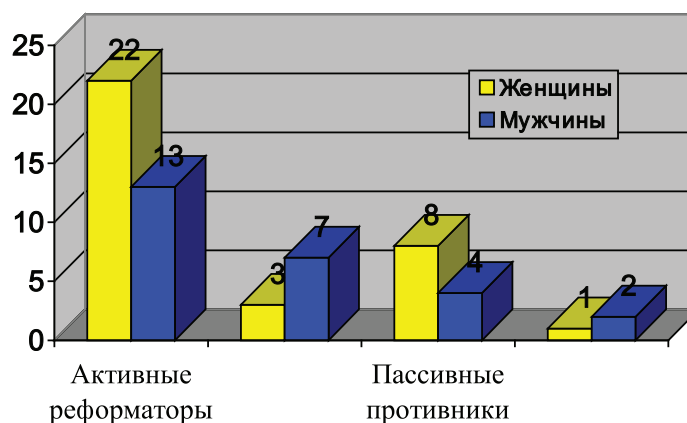
На основе обработки и анализа анкет можно отметить несколько более благосклонное восприятие инноваций у женщин – 57%, нежели у мужчин, у которых этот показатель составил 43%.

Также работникам были предложены вопросы, позволяющие определить социально-экономический тип личности (согласно методике, предложенной А. Журавлевым). В итоге нами были получены следующие результаты, отображенные на рисунке. Среди работников женского пола отмечается большее число активных реформаторов (желают, умеют работать и активно действуют) – на уровне 65%, в то время как среди мужчин их оказалось 50%.

Вместе с тем выяснилось, что среди мужчин пассивных реформаторов (желают, умеют, но не действуют) значительно больше – 27%, тогда как среди женщин всего лишь 9%. Мужчины потенциально обладают большими возможностями для осуществления инноваций, но пассивны в их использовании. Женщины, напротив, обладая меньшими ресурсными возможностями, проявляют большую инновационную активность.

Что касается доли пассивных (не желают, не умеют, не действуют) и активных (не желают, не умеют, действуют против изменений) противников инноваций то они распределились следующим образом: мужчины 15 и 8% соответственно, женщины 23 и 3%.

Анализ в разрезе возрастной структуры работников организации показал преобладающее положительное восприятие инноваций мужчинами в возрасте 41–50 лет (35%) и женщинами в возрасте 31–40 лет (42%).



Анализ численности персонала в разрезе социально-экономического типа личности

У большинства рабочих, служащих и руководителей анализируемой организации имеется наличие значительного практического опыта внедрения инноваций. Одновременно их готовность приступить к внедрению инновационных проектов и технологий оценивается весьма высоко: 73 % у женщин (25 из 34 человек) и 65 % у мужчин (17 из 26 человек).

При этом наиболее активными в инновационном процессе выступают работники с высшим уровнем образования, среди которых распределение между мужчинами и женщинами составило 61 и 67 % соответственно. Это может дать старт началу изменения организации работы предприятия.

Проведенный регрессионный анализ позволил построить модель парной регрессии. В качестве зависимой переменной Y были

использованы ответы на вопрос «Готовы ли Вы принять участие во внедрении новшеств (инноваций) в Вашей организации?». В качестве факторов, определяющих склонность к инновациям, были последовательно рассмотрены социально-экономический тип личности, участие в работе семинаров (конференций), участие в программах повышения квалификации и стажировках, наличие предложений по улучшению работы организации, опыт практического внедрения предложений в профессиональной деятельности, система мотивации инновационной деятельности на предприятии. Оказалось, что к числу наиболее значимых факторов относятся система мотивации инновационной деятельности на предприятии (x_1), социально-экономический тип личности (x_2). В итоге была получена следующая модель (табл. 1).

Таблица 1

Параметры модели

	Коэффициент	Ст. ошибка	t-статистика	P-значение	
const	0,927538	0,143362	1,4196	0,16116	
x_1	0,260919	0,125138	2,0851	0,04155	***
x_2	0,31426	0,154501	2,0340	0,04661	***

Таблица 2

Качественные характеристики модели

Показатели	Значение
R-квадрат	0,926916
F(1,3)	38,04856
Ст. откл. зав. перемен	0,242758
Ст. ошибка модели	0,07678
Испр. R-квадрат	0,902554
P-значение (F)	0,008577

Построенная модель является качественной, так как коэффициент детерминации равен 0,926916. Это говорит о том, что учтенные в модели факторы на 92,69 % объясняют зависимость формирования склонности к инновациям от социально-экономического типа личности и существующей системы мотивации инновационной деятельности в организации. Менее 7 % приходится на долю неучтенных в модели факторов.

По критерию Фишера модель является значимой, так как $F_{набл} > F_{крит}$.

В модели R-значение составляет 0,008577, что свидетельствует о ее качестве.

Степень достоверности определяется с помощью сопоставления стандартной ошибки и коэффициента регрессии. В регрессионной модели стандартная ошибка составляет 0,07678, что меньше коэффициента регрессии ($R^2 = 0,926916$). Если значение стандартной ошибки больше коэффициента регрессии, то можно говорить о том, что данный коэффициент не является значимым. Таким образом, по данному критерию модель является качественной.

Исходя из вышесказанного, уравнение регрессии будет выглядеть следующим образом:

$$Y = 0,9275 + 0,2609 \cdot x_1 + 0,3143 \cdot x_2. (*)$$

Наибольшее влияние на уровень инновационной активности работников организации оказывает существующая система мотивации к участию во внедрении инноваций, а также социально-экономический тип личности.

Таким образом, результаты проведенного исследования подтвердили необходимость формирования системы материального и морального стимулирования персонала к участию в реализации инновационных проектов. Руководству инновационно ориентированного предприятия рекомендуется еще на стадии отбора и найма выявлять персонал, соответствующий типам «активный реформатор», «пассивный реформатор».

Список литературы

1. Бармута К. Техническое развитие как основное направление инновационной деятельности предприятий: монография. – Ростов-на-Дону: РГЭУ «РИНХ», 2006.
2. Бойко И. Технологический рынок: до или после экономического роста? (Опыт зарубежных стран для России). – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2001.
3. Галстян К. Теоретические аспекты формирования инновационных процессов: Препринт. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2001.
4. Кабашева И.А. Инновационная стратегия развития России в условиях усиления международной конкуренции / под ред. Л.А. Толстолесовой. – Новосибирск: НП «СибАК», 2013. – 172 с.
5. Кузык Б., Яковец Ю. Россия-2050: стратегия инновационного прорыва. – М.: Экономика, 2005.
6. Кундакчян Р.М. Современные тенденции развития инновационной деятельности в регионах России / Р.М. Кундакчян, Н.С. Григорьева // Экономический вестник Республики Татарстан. – 2014. – № 2. – С. 34–41.

7. Масленникова Н.П. Инновационная восприимчивость как основа роста инновационной активности организации // Сборник докладов по итогам международной научно-практической конференции, Москва, 29 марта – 09 апреля 2010 г. / под общ. ред. проф. О.Н. Мельникова. – М.: Креативная экономика, 2010. – 384 с. <http://www.creativeconomy.ru/articles/21842>.

8. Рудалева И.А., Смирнов А.А., Смышляев А.Н., Султанаева Л.Д. Инновационные и интеграционные процессы в аграрном секторе. – Йошкар-Ола: Федеральное агентство по образованию, ГОУВПО «Марийский гос. ун-т», 2007. – 333 с.

9. Социальная психология / под ред. А.Л. Журавлева. – М., 2002. – 351 с.

References

1. Barmouth K. Technical development as the main direction of the innovative activity of the enterprises / Monograph. Rostov-on-Don: RGEU «RINH», 2006.
2. Boiko I. Technological breakthrough before or after economic growth? (Experience of foreign countries for Russia). SPb.: Publishing House of SPSUEF, 2001.
3. Galstyan K. Theoretical Aspects of innovation processes, Preprint. SPb.: Publishing House of SPSUEF 2001.
4. Kabasheva I.A. Innovative strategy of Russia's development in the face of increasing international competition. / Ed. L.A. Tolstolesovoy. Novosibirsk: NP «Seebach», 2013. 172 p.
5. Kuzyk B., Yakovets Y. Russia-2050: a strategy for an innovative breakthrough. M.: Economy. 2005.
6. Kundakchyan R.M. Modern trends in the development of innovation in the Russian regions / R.M. Kundakchyan, N.S. Grigoreva // Economic Herald Republic of Tatarstan. 2014. no. 2. pp. 34–41.
7. Maslennikova N.P. Innovative susceptibility as a basis of the growth of innovative activity // Proceedings of the organization on the basis of the international scientific-practical conference, Moscow, March 29–09 April 2010 / Edited by prof. Melnikov ON – M.: Creative Economy, 2010 – 384p. <http://www.creativeconomy.ru/articles/21842>.
8. Rudaleva I.A., Smirnov A.N., Soultanaeva L.D., Smyshlyaev Innovation and integration processes in the agricultural sector. Yoshkar-Ola: Federal Agency for Education, VPO «Mari State. Univ», 2007. 333p.
9. Social Psychology / Ed. Zhuravlev A.L. M., 2002. 351p.

Рецензенты:

Кундакчян Р.М., д.э.н., профессор, зав. кафедрой экономической теории, Институт управления, экономики и финансов, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань;

Губайдуллина Т.Н., д.э.н., профессор, Институт управления, экономики и финансов, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань.

Работа поступила в редакцию 26.11.2014.

УДК 332.012.2:510.22

РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ СОЦИО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДИНАМИЧЕСКИХ ЭКСПЕРТНЫХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ

Терелянский П.В., Гасаналиева Е.Г.

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

В статье предлагается концепция создания программной системы для построения прогнозов, которые базируются на учете множества экспертных оценок, изменяющихся во времени. Авторами предложены математические модели, которые позволяют учитывать динамику экспертных предпочтений путем получения срезов состояния системы в определенные моменты времени (реперные точки), интерполяции данных и построении на их основе экстраполирующих зависимостей. Интерполяция применяется для построения гладких кривых на интервале времени, ограниченном крайними реперными точками, множество которых задает эксперт при парной оценке альтернатив. Экстраполяция применяется для построения отрезков кривых на интервале прогнозирования, но за пределами, ограниченными крайними реперными точками. Автоматизация численного анализа динамических матриц парных сравнений заключается в формировании кортежа статических матриц.

Ключевые слова: социо-экономические системы, экспертные оценки, прогнозирование

DEVELOPMENT OF TOOLS FOR RESEARCH AND PREDICT THE DYNAMICS OF SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS BASED ON MULTI-CRITERIA ANALYSIS DYNAMIC EXPERT PREFERENCES

Terelyanskiy P.V., Gasanalieva E.G.

Volgograd State Technical University, Volgograd, e-mail: tereliensky@mail.ru

The paper proposes the concept of creating a software system for the predict, that is based on the analysis of the set of expert time-varying estimates. The authors propose some mathematical models that can account the dynamic expert preferences by sectioning the system state at certain points in time (defining points), and then interpolation of the data and the construction extrapolation dependencies on their basis. The interpolation is used to construct smooth curves in the time interval bounded by the extreme defining points, which defines a set of paired expert estimations of alternatives. The extrapolation is used to construct the segments of the curves in the range forecasting, but outside, the limited extreme defining points. The automation of the numerical analysis of the dynamic matrix of pairwise comparisons is to form a cortege of static matrix.

Keywords: socio-economic systems, expert evaluation, forecasting

Математический аппарат классического прогнозирования строится на аппроксимации исследуемого параметра с последующим экстраполированием на указанный срок прогноза. Такой подход ориентирован на обработку только числовых последовательностей, в то время как экспертные суждения, которыми зачастую вынуждены пользоваться составители прогнозов, выражены в большинстве своем в виде объектов нечисловой природы. В настоящее время методика получения статических числовых весов альтернатив на основе анализа матриц вербальных парных сравнений активно популяризируется Т.Л. Саати [1]. В русскоязычной литературе большое внимание подобным методикам уделено в работах автора [2–4], А.В. и О.Н. Андрайчиковых [4, 5] и др.

Согласно рекомендациям [1] эксперт выносит $n(n - 1)/2$ суждений и формирует квадратную обратносимметричную матрицу $|A|$, содержащую парные сравнения множества из n элементов (альтернатив), где n – порядок матрицы, равный числу сравниваемых элементов, а $v_1, v_2, \dots, v_n$ – соответственно их веса (интенсивности). При использовании метода анализа иерархий для прогнозирования необходимо найти аналитическое решение задачи о динамическом (изменяющемся на периоде прогнозирования суждений о приоритетности) собственном значении матрицы $|A|$ [1, 8, 10] парных сравнений:

$$A(t) \cdot w(t) = \lambda_{\max}(t) \cdot w(t),$$

где $A(t)$ – матрица $|A|$, содержащая тенденции изменения суждений о весах $v_1, v_2, \dots$,

v_n ; $w(t)$ – динамический собственный вектор квадратной обратносимметричной матрицы; $\lambda_{\max}^i(t)$ – динамическое собственное число матрицы $A(t)$

Если известна тенденция изменения суждения, то можно предпринять попытку построения зависимости, описывающей эти изменения. Согласно теории Галуа [17] наибольший порядок матрицы, для которой с помощью простой квадратуры можно получить $\lambda_{\max}$ в явной форме, равен четырем. В работе «Разработка средств прогнозирования технических решений на основе иерархических моделей» предложен и реализован [3], а в работах [4, 8, 10] развит метод анализа числовых рядов, элементами которых являются функциональные зависимости, отражающие динамические экспертные суждения.

Метод включает:

1. Численный (не алгебраический) анализ динамических матриц парных сравнений, содержащих функциональные зависимости, прогнозирующие динамику приоритетов.

2. Формирование многомерной матрицы, содержащей t срезов состояния исследуемой иерархической системы предпо-

суждений на каждый из t моментов времени интервала прогнозирования (матрица содержит множество статических МПС, соответствующих им локальных и глобальных векторов приоритетов).

3. Интерполяцию многомерной матрицы по каждому альтернативному направлению (метод интерполяции подбирается экспертом в зависимости от решаемой задачи).

4. Экстраполяцию состояний иерархической системы с формированием аналитического (функционально-параметрического) описания прогнозируемых трендов.

Графически метод представлен на рис. 1, где верхний и нижний индексы A_j^i обозначают, что j -ю альтернативу оценивали по i -му критерию, r – количество альтернатив, p – количество критериев. Индексы элемента вектора приоритетов $w_k^{i,j}$ показывают, что w есть вес j -й альтернативы по i -му критерию в k -й момент времени, где $k = 1, \dots, T$, а T – количество моментов времени. При исследовании поведения системы на больших промежутках времени мощность множества $w(t)$ позволяет проводить регрессионный анализ.

	A_1^1	A_2^1	...	A_r^1	...	A_1^p	A_2^p	...	A_r^p
t_1	$w_1^{1,1}$	$w_1^{1,2}$	...	$w_1^{1,r}$	...	$w_1^{p,1}$	$w_1^{p,2}$	...	$w_1^{p,r}$
t_2	$w_2^{1,1}$	$w_2^{1,2}$	...	$w_2^{1,r}$	...	$w_2^{p,1}$	$w_2^{p,2}$	...	$w_2^{p,r}$
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
t_t	$w_T^{1,1}$	$w_T^{1,2}$	...	$w_T^{1,r}$	...	$w_T^{p,1}$	$w_T^{p,2}$	...	$w_T^{p,r}$
	$w_1(t)$	$w_2(t)$	...	$w_r(t)$	Динамика приоритетов по 1-му критерию				

Рис. 1. Численный метод прогнозирования динамики приоритетов

Таким образом, каждая динамическая оценка A_j^i (элемент анализируемого множества) сама является множеством реперных точек, по которым предстоит построить функциональную зависимость. Каждая реперная точка представляет собой оценку интенсивности проявления исследуемой характеристики в данный момент времени, то есть статическую экспертную оценку. Учитывать динамику экспертных предпочтений предлагается путем получения

срезов состояния системы в определенные моменты времени, интерполяции данных и построении на их основе экстраполирующих зависимостей (рис. 2). Интерполяция применяется для построения гладких кривых на интервале времени, ограниченном крайними реперными точками, множество которых задает эксперт при парной оценке альтернатив. Экстраполяция применяется для построения отрезков кривых на интервале прогнозирования, но за пределами, ограниченными крайними реперными точками.

Динамическое множество = $\{m$ элементов в виде множества реперных точек}
для описания функций от времени на интервале от t_1 до T

Множество реперов:	$\{f_{\text{репер}1}(t)\}$	$\{f_{\text{репер}2}(t)\}$	...	$\{f_{\text{репер}m}(t)\}$
Статические значения (константы) функции $f_i(t)$ на каждый момент времени из интервала T				
z_n :	$\begin{cases} c_1^1 = f_{\text{репер}1}(t_1) \\ c_1^2 = f_{\text{репер}1}(t_2) \\ \dots \\ c_1^T = f_{\text{репер}1}(t_T) \end{cases}$	$\begin{cases} c_2^1 = f_{\text{репер}2}(t_1) \\ c_2^2 = f_{\text{репер}2}(t_2) \\ \dots \\ c_2^T = f_{\text{репер}2}(t_T) \end{cases}$	...	$\begin{cases} c_m^1 = f_{\text{репер}m}(t_1) \\ c_m^2 = f_{\text{репер}m}(t_2) \\ \dots \\ c_m^T = f_{\text{репер}m}(t_T) \end{cases}$
Интерполяция множества констант c_i на интервале, ограниченном реперами				
z_i :	$f_{\text{интер}1}(t) = f(c_1^1, c_1^2, \dots, c_1^T)$	$f_{\text{интер}2}(t) = f(c_2^1, c_2^2, \dots, c_2^T)$	...	$f_{\text{интер}m}(t) = f(c_m^1, c_m^2, \dots, c_m^T)$
Экстраполяция множества констант c_i на интервале прогнозирования T				
z_e :	$f_{\text{экстр}1}(t) = f(c_1^1, c_1^2, \dots, c_1^T)$	$f_{\text{экстр}2}(t) = f(c_2^1, c_2^2, \dots, c_2^T)$	...	$f_{\text{экстр}m}(t) = f(c_m^1, c_m^2, \dots, c_m^T)$
Функционально-аналитическое представление исследуемого числового множества				
$z(t)$:	$\{f_{\text{репер}1}, f_{\text{репер}2}, \dots, f_{\text{репер}m}, f_{\text{интер}1}, f_{\text{интер}2}, \dots, f_{\text{интер}m}, f_{\text{экстр}1}, f_{\text{экстр}2}, \dots, f_{\text{экстр}m}\}$			

Рис. 2. Анализ числовых множеств, элементами которых являются функциональные зависимости, отражающие динамические экспертные оценки. Обозначения:

$z(t)$ – динамика состояний исследуемой системы; z_n – срез состояния системы на моменты времени, на которые достоверно известны числовые значения показателей; z_i – срез состояния системы на моменты времени, на которые возможно построить интерполяционные зависимости между достоверно известными числовыми значениями показателей; z_e – срез состояния системы на моменты времени, на которые возможно построить экстраполяционные зависимости по построенным ранее интерполяционным; $f_{\text{репер}i}$ – множество реперных точек, описывающих i -е изменение предпочтений; c_i^j – i -я реперная точка в j -й момент времени; $f_{\text{интер}i}$ – i -я интерполяционная зависимость, ограниченная реперными точками; $f_{\text{экстр}i}$ – i -я экстраполяционная зависимость, на интервале прогнозирования, но за пределами, ограниченными крайними реперными точками

Автоматизация численного анализа динамических матриц парных сравнений заключается в формировании кортежа статических матриц. Каждая статическая матрица в кортеже представляет собой следующий временной срез на указанном в динамической матрице интервале прогнозирования. Ориентированный граф алгоритма численного анализа приведен на рис. 3. Нумерация узлов графа соответствует нижеприведенному списку:

- 1 – чтение из базы данных сведений об иерархической структуре показателей;
- 2 – выбор исследуемого узла в иерархической структуре;
- 3 – выбор и чтение из базы данных динамической матрицы, содержащей описание функциональных зависимостей в каждой из ячеек матрицы;
- 4 – определение временного интервала прогнозирования;

- 5 – установка текущего момента времени t ;
- 6 – выбор очередной ячейки в динамической матрице;

7 – если ячейка содержит функциональную зависимость, то переход к узлу 11;

8 – если ячейка содержит числовую константу, то в статическую матрицу записывается эта константа (переход к узлу 14);

9 – если ячейка пуста или содержит маркер автоматического заполнения матрицы, переход к узлу 10;

10 – алгоритм автоматического заполнения матрицы по содержащейся в ней избыточной информации;

11 – поиск в базе данных вида функции и списка её параметров;

12 – подстановка параметра t в функцию и расчет значения функции;

13 – формирование очередной ячейки статической матрицы на момент времени t ;

14 – формирование очередной статической матрицы на момент времени t в кортеже матриц (или создание кортежа);

15 – расчет множества векторов приоритетов для каждой из сформированных статических матриц в кортеже – формирование кортежа, элементами которого являются векторы приоритетов альтернатив на каждый из моментов времени;

16 – запись кортежа векторов приоритетов в базу данных;

17 – аппроксимация динамики приоритетов для динамической матрицы;

18 – субъективный визуальный анализ полученных трендов;

19 – изменение динамических оценок путем аппроксимации реперных точек на плоскости предпочтений;

20 – изменение динамических оценок на плоскости предпочтений путем подбора параметров функций;

21 – редактирование или формирование новой динамической матрицы парных сравнений;

22 – запись динамической матрицы парных сравнений в базу данных.

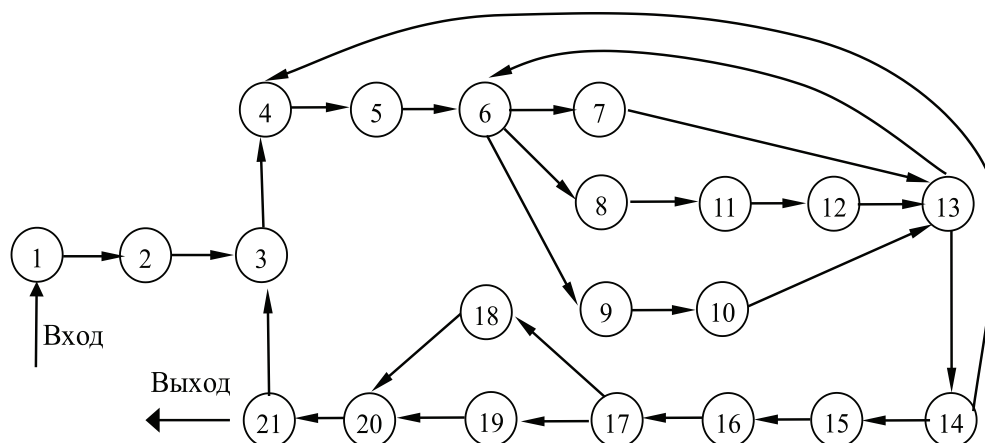


Рис. 3. Граф алгоритма автоматизации численного анализа динамических матриц парных сравнений

При заполнении матриц парных сравнений в ряде случаев возникает проблема несогласованности суждений. Чаще всего это происходит из-за того, что эксперт не достаточно точно оценивает альтернативы в рамках предоставленной шкалы. Когда эксперт заполняет МПС с динамикой предпочтений, то ошибки несогласованности могут накапливаться с течением времени, что приводит к неверным результатам. Кроме того, функциональное описание трендов, представленное в [1], не всегда точно удовлетворяет субъективным представлениям экспертов об изменении предпочтений альтернатив по тому или иному критерию со временем. И, наконец, возможна ситуация, когда эксперт просто не может предоставить данные по изменению каких-либо отдельных парных сравнений в матрице. Для преодоления этих проблем можно порекомендовать разработанный автором в [3] и реализованный в [7] алгоритм заполнения некоторых ячеек матрицы парных сравнений по уже содержащейся в ней информации.

Практика показывает, что часто эксперты не могут дать конкретного значения для пар-

ного сравнения элементов системы на какой-то определенный момент в будущем. Более логичным было бы задание некоторого интервала предпочтений для каждого момента времени t , то есть в данный момент предпочтение может принять значение от «сильное превосходство» (число 5) до «значительное превосходство» (число 7) в шкале [1]. При подобном подходе мы получаем две кривых f_1 и f_2 , которые ограничивают область изменения предпочтений на интервале времени, для которого составляется прогноз (рис. 4).

Как должны производиться расчеты в данном случае? В работах автора [8, 10] предлагается применение следующего алгоритма:

1. Для каждой точки оси абсцисс на заданном интервале времени эксперты указывают два значения предпочтительности одной альтернативы по сравнению с другой (f_1 и f_2 на рис. 4, а).

2. Для каждого момента времени автоматически формируются две матрицы парных сравнений.

3. Рассчитываются векторы локальных приоритетов на основе анализа двух матриц.

4. Для всей системы оценок производится свертка и рассчитываются два вектора глобальных приоритетов.

5. Каждый вектор сохраняется в соответствующей таблице с указанием момента времени, для которого производится расчет.

6. Шаги 1–4 повторяются для всего прогнозируемого интервала.

7. Полученные таблицы обрабатываются любым из известных методов интерполяции для получения результирующих кривых (f_1^p и f_2^p на рис. 4, б), ограничивающих доверительный интервал прогнозирования приоритетности для данной альтернативы.

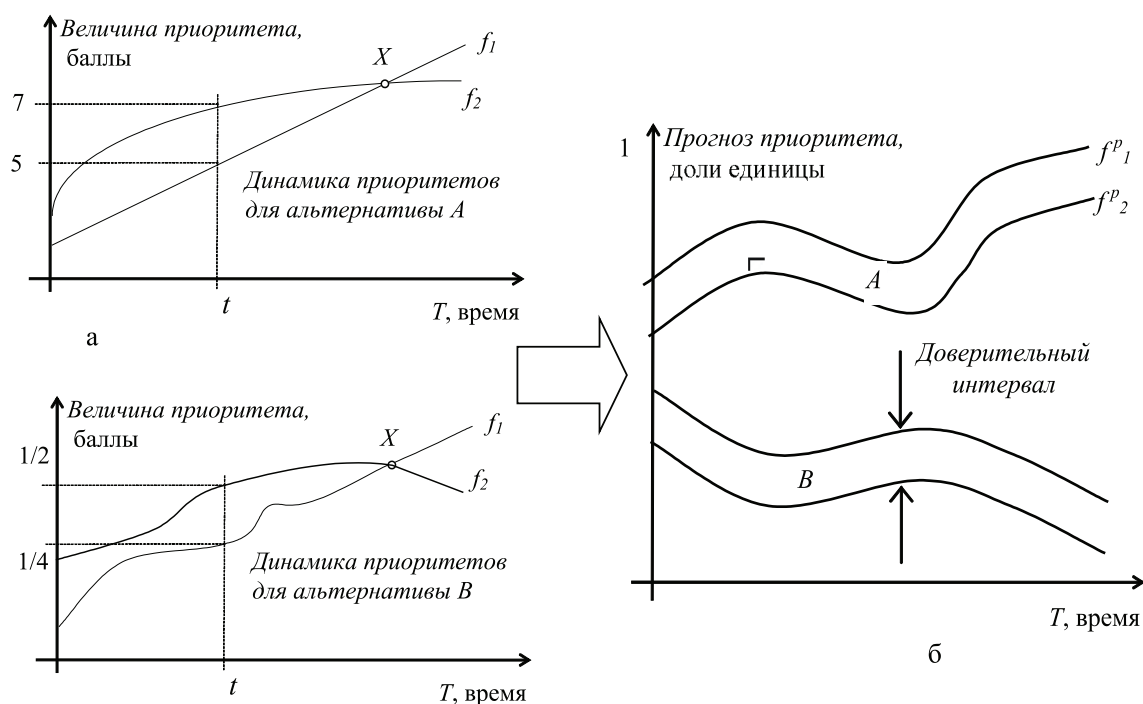


Рис. 4. Прогноз приоритетности на основе экспертных интервальных оценок на плоскости предпочтений

Результатом работы приведенного выше алгоритма будут две кривые, ограничивающие возможную область изменения предпочтения альтернатив относительно цели исследования (фокуса иерархии).

Для оценки удельной точности полученного прогноза можно порекомендовать следующую интегральную оценку I_e :

$$I_e = \frac{\left| \int_T f_1 dt - \int_T f_2 dt \right|}{T},$$

где T – интервал времени, для которого составляется прогноз; f_1 и f_2 – функции, заданные экспертом.

При этом экстремальными значениями удельной точности для шкалы [1] будут числа, близкие к 9 и 0. Число примерно равное 9, получим, если эксперт в качестве возможного интервала укажет весь диапазон

применяемой шкалы (числа от 1/9 до 9), что при составлении прогноза является совершенно недопустимым. Число, равное нулю, получим в совершенно противоположном случае, то есть если обе функции в прогнозируемом интервале совпали (например, как в точке X на рис. 4). Методики и программные средства, позволяющие нивелировать эти проблемы, а также значительно расширяющие возможности исследователей при исследовании и прогнозировании динамики социо-экономических систем на основе многокритериального анализа динамических экспертных предпочтений подробно рассмотрены в работах автора [8–10].

Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ в проекте проведения научных исследований «Динамическое нечеткое моделирование социально-экономических показателей региона», проект № 14-12-34010.

Список литературы

1. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий: пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1993. – 316 с.
2. Терелянский П.В. Математические и инструментальные средства поддержки принятия решений в экономике // Аудит и финансовый анализ. – 2008. – № 6. – С. 461–471.
3. Терелянский П.В. Разработка средств прогнозирования технических решений на основе иерархических моделей: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.12: защищена 08.06.2000: утв. 10.11.2000. – Волгоград, 2000. – 156 с.
4. Терелянский П.В. Информационные технологии прогнозирования технических решений на основе нечетких и иерархических моделей: монография / П.В. Терелянский, А.В. Андрейчиков. – Волгоград: ВолгГТУ, 2007. – 204 с.
5. Андрейчиков А.В. Модели и средства концептуального проектирования виброзащитных систем: монография / А.В. Андрейчиков [и др.] – Волгоград: ВолгГТУ, 2004. – 114 с.
6. Постников М.М. Теория Галуа. – М.: Физматгиз, 1963.
7. Терелянский П.В. Система поддержки принятия решений и прогнозирования, реализующая анализ динамических матриц парных экспертных сравнений на основе метода анализа иерархий. – Св-во об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2009612167; заявка № 2009610331 от 03.02.2009 г. – М.: РОСПАТЕНТ, 2009.
8. Терелянский П.В. Непараметрическая экспертиза объектов сложной структуры: монография. – М.: Изд.-торг. корп. «Дашков и Ко», 2009. – 221 с.
9. Терелянский П.В. Системы поддержки принятия решений. Опыт проектирования: монография; ВолгГТУ. – Волгоград, 2009. – 127 с.
10. Терелянский П.В. Непараметрическая экспертиза: монография; ВолгГТУ. – Волгоград, 2013. – 135 с.

References

1. Saaty T. Decision-making. The Analytic Hierarchy Processes: [trans. from Engl.] / T. Saaty. – M.: Radio and Sv'yas. 1993. 316p.

2. Tereliarsky P.V. Mathematical and Tools to Support Decision-Making in the Economy. / P.V. Tereliarsky // Audit and Financial Analysis. 2008. no. 6, pp. 461–471.

3. Tereliarsky P.V. Development of Predictive Tools of Technical Solutions Based on Hierarchical Models: dissertation ... PhD.: 05.13.12: protected 08.06.2000: approved. 10.11.2000 / Tereliarsky Pavel. Volgograd, 2000. 156 p.

4. Tereliarsky P.V. Information technology Forecasting Technical Solutions Based on Fuzzy and Hierarchical Models: the Monograph / P.V. Tereliarsky, A.V. Andreychikov. Volgograd: VolgGTU, 2007. 204 p.

5. Andreychikov A.V. Models and Conceptual Design of Vibration Isolation Systems: the Monograph / A.V. Andreychikov [and coauthors] Volgograd: VolgGTU, 2004. 114 p.

6. Postnikov M. The Galois Theory. M.: Fizmatgiz, 1963.

7. Tereliarsky P.V. Decision Support System and Forecasting, Implementing the Analysis of the Dynamic Paired Comparisons Matrix of Expert Based on the Analytic Hierarchy Processes / P.V. Tereliarsky. the Official Registration of the Computer Software no. 2009612167; Application no. 2009610331 from 03.02.2009 by M.: ROSPATENT 2009.

8. Tereliarsky P.V. Non-parametric Examination of Complex Structure Objects: the Monograph / P.V. Tereliarsky. M.: Publishing Corp. «Dashkov i Co», 2009. 221 p.

9. Tereliarsky P.V. Decision Support Systems. Design Experience: the Monograph / P.V. Tereliarsky; VolgGTU. Volgograd, 2009. 127 p.

10. Tereliarsky P.V. Non-parametric Estimation: the Monograph / P.V. Tereliarsky; VolgGTU. Volgograd, 2013. 135 p.

Рецензенты:

Гущина Е.Г., д.э.н., доцент кафедры «Мировая экономика и экономическая теория», Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград;

Московцев А.Ф., д.э.н., профессор, заведующий кафедрой «Менеджмент, маркетинг и организация производства», Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград.

Работа поступила в редакцию 26.11.2014.

УДК 372.881.1

ТЕХНОЛОГИИ РЕАЛИЗАЦИИ КОММУНИКАТИВНОГО ПОДХОДА В ВУЗЕ СПОРТИВНОГО ПРОФИЛЯ

Бганцева И.В., Боженова Н.А., Кириллова Е.Б.

*ФГБОУ ВПО «Волгоградская государственная академия физической культуры»,
Волгоград, e-mail: kaf_lang@mail.ru*

В статье излагается методика развития иноязычной коммуникативной компетенции в совокупности ее составляющих – речевой, языковой, социокультурной, компенсаторной, учебно-познавательной – в вузе спортивного профиля. С целью реализации основных принципов коммуникативного подхода была разработана технология овладения лексико-грамматическими структурами концепта «физическая культура и спорт», основанная на преобладании интерактивных форм обучения, проблемно-речевых и творческих упражнений и заданий. Принимались во внимание факторы, определяющие специфику иноязычного образования студентов-спортсменов: низкий уровень стартовой языковой подготовки, дефицит времени, низкая мотивация студентов-спортсменов к учебе и, в частности, к изучению иностранного языка. Внедрение технологии осуществляется через учебную коммуникативную деятельность, приближенную к реальной, и предполагает наличие 1) презентационного этапа; 2) вопросно-ответного этапа; 3) этапа многократного повторения; 4) монологического высказывания; 5) этапа составления мини-диалогов; 6) этапа обобщения и систематизации изученного материала. Учитывались основные принципы реализации предлагаемой технологии: ведение занятия исключительно на иностранном языке; заблаговременный отбор необходимых для усвоения лексико-грамматических конструкций и слайдов/картинок; создание побуждающей и стимулирующей коммуникативную деятельность среды, близкой к реальной коммуникации; организация ситуации успеха.

Ключевые слова: коммуникативный подход, коммуникативная компетенция, вуз спортивного профиля, оптимизация процесса обучения

THE TECHNOLOGIES OF REALIZATION OF COMMUNICATIVE APPROACH AT THE HIGHER INSTITUTION OF PHYSICAL EDUCATION AND SPORT

Bgantseva I.V., Bozhenova N.A., Kirillova E.B.

Volgograd State Physical Education Academy, Volgograd, e-mail: kaf_lang@mail.ru

The article deals with the teaching techniques of development of foreign language communicative competence with its competence areas – discourse, linguistic, sociolinguistic, compensatory, cognitive ones – at the higher institution of physical education and sport. To realize the essential principles of communicative approach the technology of learning lexical and grammatical patterns of the concept «physical education and sport» was developed. It is based on interactive learning activities, situational and creative thinking exercises and tasks. Some factors that are very specific for teaching of student sportsmen were taken into consideration lower beginner level, lack of time, lower learning motivation, a foreign language learning motivation in particular. The teaching technology is incorporated through communicative activities and simulations. It includes some stages: presentation, answers-questions, multiple repeating words and expressions, monolog, mini-dialogue, and generalization. The essential principles of realization of this technology were taken into consideration: conducting classes only in foreign language; preliminary selection of active words and expressions, pictures and slides; creating 'real-life' authentic environment that stimulates communicative activities; situations leading to success.

Keywords: communicative approach, communicative competence, the higher institution of physical education and sport, learning process optimization

Центральной задачей модернизации образования на сегодняшний день является повышение его качества и эффективности.

Первостепенной целью обучения иностранному языку в настоящий момент выступает готовность к реальной иноязычной коммуникации с партнерами – представителями иноязычной среды изучаемого языка, что реализуется на практике за счет постановки во главу учебного процесса принципа коммуникативной направленности обучения.

Данный принцип предполагает «преобладание проблемно-речевых и творческих упражнений и заданий над чисто лингвистическими, репродуктивно-тренировочными, использование аутентичных ситуаций

общения, развитие умений спонтанного реагирования в процессе коммуникации, формирование психологической готовности к реальному иноязычному общению в различных ситуациях» [7].

В связи с этим обучение иностранному языку на ступени вузовского лингвистического образования должно быть подчинено достижению следующей цели – развитию иноязычной коммуникативной компетенции в совокупности ее составляющих – речевой, языковой, социокультурной, компенсаторной, учебно-познавательной.

Таким образом, по окончании изучения курса иностранного языка на неязыковых специальностях студент должен владеть

речевой компетенцией, предполагающей развитие коммуникативных умений в четырех основных видах речевой деятельности (аудирование, чтение, говорение и письмо), языковой компетенцией, направленной на овладение новыми языковыми средствами в соответствии с установленными новыми ФГОС темами, ситуациями общения; социокультурной компетенцией, реализующей приобщение обучающихся к культуре, традициям и реалиям страны изучаемого языка, в рамках тем, сфер и ситуаций общения; компенсаторной компетенцией, направленной на дальнейшее развитие общих и специальных умений; развитие и воспитание у студентов понимания важности изучения иностранного языка в современном мире и потребности пользоваться им как средством общения и профессиональной самореализации [8].

В связи с этим особую актуальность приобретает разработка и внедрение эффективных технологий, позволяющих максимально приблизиться к декларируемой методистами (Н.Д. Гальскова, Н.И. Гез, И.А. Зимняя, И.А. Стернин, Е.И. Пассов, Е.В. Красильникова) цели – развитию иноязычной коммуникативной компетенции, и обеспечить реализацию основных принципов коммуникативного подхода в вузе спортивного профиля [1, 2, 9, 10].

Опыт преподавания иностранного языка в подобном вузе позволил выявить ряд факторов, определяющих специфику иноязычного образования студентов-спортсменов.

1. Низкий уровень стартовой языковой подготовки. В условиях учебной деятельности на базе средней школы и параллельно протекающих интенсивных тренировочного и соревновательного процессов у обучающихся спортсменов часто наблюдается обусловленный объективными причинами явно выраженный переко в сторону спорта.

2. Дефицит времени. Изучение иностранных языков – процесс трудоемкий, требующий огромной доли самостоятельной работы по усвоению и активизации лексико-грамматического материала. На фоне продолжающихся тренировок и частых отъездов на соревнования студенты-спортсмены лишены, как правило, важной составляющей успешного усвоения иностранного языка – самостоятельной работы по его закреплению.

3. Низкая мотивация студентов-спортсменов к учебе и, в частности, к изучению иностранного языка. Занятия спортом вы-

рабатывают у них высокую степень ответственности и организованности, и в то же время все четче формируется стремление к достижению максимально возможного результата (для многих студенческие годы – период наилучшей спортивной формы, пик), что определяет крен в шкале ценностных ориентиров в сторону совершенствования функциональной подготовленности. Остальным сферам студенческой жизни студента-спортсмена, в том числе и учебной деятельности, отводится минимальная доля качественного времени, что является одной из причин низкой мотивации.

Выявленные вследствие формирования собственного опыта преподавания факторы способствовали тому, что со временем была разработана технология, которая, с одной стороны, учитывает специфику процесса обучения иностранным языкам в вузе спортивного профиля и, с другой стороны, позволяет его оптимизировать.

В качестве центральной категории современная лингводидактика выдвигает концепт вторичной языковой личности, понимаемой «как совокупность способностей / готовности человека к «производству» речевых поступков в условиях аутентичного общения с представителями других культур» [1]. Данная совокупность способностей / готовности является и целью, и результатом овладения иностранным языком.

В качестве одного из важных положений лингвистических исследований явилось положение о том, что успешность речевого общения в полной мере зависит от способности обучающихся воздействовать друг на друга адекватно задачам общения и в соответствии с этим употреблять речевые высказывания. Следовательно, речь идет о способности организовать свое речевое и неречевое поведение, которую принято называть коммуникативной компетенцией. Формирование последней становится приоритетной задачей реализации принципа коммуникативного обучения иностранным языкам.

Понятие коммуникативной компетенции, или способности к речевому общению, в значительной мере дополняется и обогащается данными деятельностных теорий, в соответствии с которыми процесс общения – это не только и не столько процесс передачи и приема информации, сколько регулирование отношений между партнерами по коммуникации [1]. Организация такого рода информационно-коммуникативного пространства со студентами спортивного вуза должна в обязательном порядке учитывать изучение

1) специального вокабуляра концепта «Физическая культура и спорт», который,

по мнению исследователей, «является глобальным, включающим в себя концепты различных видов спорта» [5];

2) специфических для данного концепта грамматических структур (например, в контексте изучения темы «Das Training. Wettkämpfe/ Тренировка. Соревнования» активными являются структуры с использованием глаголов с отделяемыми приставками, существительных в дательном и винительном падежах, времен активного залога и т.д.);

3) мета-коммуникативных единиц диалогической речи («Oh, es freut mich!»; «Es tut mir leid», «Wau!» и т.д.)

Главным для коммуникативно ориентированного обучения было и остается обучение через учебную коммуникативную деятельность, приближенную к реальной. Организовать такую представляется возможным вследствие реализации следующей технологии.

Этап I. Презентационный этап. Предъявление лексико-грамматического материала определенного тематического блока. Данный вид деятельности осуществляется при помощи ряда слайдов/картинок. Преподаватель комментирует следующие друг за другом сюжетные слайды, используя в своей речи предназначенные для активного усвоения единицы коммуникации. Например, при изучении темы «Das Training. Wettkämpfe/ Тренировка. Соревнования» лексико-грамматическое наполнение может быть следующим:

- an den Wettkämpfen teilnehmen – участвовать в соревнованиях;
- irgendwelcher Sportvereinigung angehören – быть членом какого-либо спортивного объединения;
- unter der Leitung eines erfahrenen Trainers trainieren – тренироваться под руководством опытного тренера;
- das Trainingsprogramm einhalten – следовать программе тренировок;
- im Freien trainieren/ in der Sporthalle trainieren – тренироваться на свежем воздухе/ тренироваться в спортивном зале;
- mit der Erwärmung beginnen – начинать с разогрева / разминки;
- verschiedene Vorübungen ausführen – выполнять различные подготовительные упражнения;
- die Grundeigenschaften entwickeln – развивать основные качества;
- Medaillenplätze erkämpfen – занимать призовые места.

Этап II. Вопросно-ответный этап, на котором преподаватель, обращаясь к студентам с вопросами различного типа, добивается понимания от студентов того, о чем он спрашивает, и адекватной коммуникативной реакции на услышанное:

1) Die Studenten nehmen an den Wettkämpfen teil. Stimmt das?

2) Die Studenten nehmen an den Wettkämpfen gern teil. Ist es wirklich so?

3) Nehmen die Studenten an den Wettkämpfen oft teil?

4) Nehmen die Studenten an den Wettkämpfen oft oder selten teil?

5) Wo nehmen die Studenten teil – an den Wettkämpfen oder an den anderen Veranstaltungen?

Этап III. Этап многократного (чаще пятикратного) повторения наиболее сложных в плане артикуляции, употребления в контексте словосочетания или предложения лексико-грамматических единиц, представляющих определенный тематический блок. Например, teilnehmen – глагол повторяется пять раз; далее осуществляется расширение синтагмы – die Studenten nehmen teil (5-кратное повторение); die Studenten nehmen an den Wettkämpfen teil (5); wir nehmen an den Wettkämpfen teil (5); Klose nimmt an den Wettkämpfen teil (5).

Этап IV. Этап монологического высказывания на основе слайдов. На данном этапе студенты продуцируют комплекс речевых единиц, демонстрируя степень и объем их усвоения. Необходимо добиваться использования в высказывании максимально возможного количества запланированных для активного усвоения лексико-грамматических конструкций (Z.B. Ich gehöre der Sportvereinigung «Dinamo» an. Wir nehmen an den Wettkämpfen oft teil. Ich bin froh, dass ich unter der Leitung eines erfahrenen Trainers trainiere. Wir halten das Trainingsprogramm ein. Jedes Training beginnt mit der Erwärmung. Wir führen verschiedene Vorübungen aus und entwickeln die Grundeigenschaften. Im Winter trainieren wir in der Sporthalle, im Sommer trainieren wir im Freien. Wir trainieren hart um Medaillenplätze an den Wettkämpfen zu erkämpfen).

Этап V. Этап составления мини-диалогов в контексте заданной ситуации общения. Здесь обучающиеся демонстрируют не только способность передачи и приема информации, но и учатся регулировать отношения с партнером по коммуникации, используя метакоммуникативные элементы речи, вербальные и невербальные средства коммуникации (Z.B.:

- Welcher Sportvereinigung gehörst du an?
- Ich gehöre der Sportvereinigung «Dinamo» an. Und du?
- Ich gehöre der Sportvereinigung «Spartak» an.
- «Wau!» Klasse!
- Nimmst du an den Wettkämpfen oft teil?
- Ja, wir nehmen an den Wettkämpfen oft teil.

- Oh, ist es hart?
- Ja, es ist natürlich anstrengend, aber interessant.
- Und wo trainierst du im Sommer?
- Im Sommer trainiere ich im Freien.
- Super! Gefällt dir, im Freien zu trainieren?
- Ja, selbstverständlich!
- Ich weiß, du trainierst unter der Leitung des erfahrenen Trainers. Wirklich?
- Ich, das stimmt.
- Prima!

Этап VI. Этап обобщения и систематизации изученного материала. С целью лучшего восприятия и сохранения информации студентам предлагается создать интеллект-карту (mind-mapping), которая будет являться базой акта коммуникации по темам специальности. Основные слова и словосочетания, грамматические структуры, необходимые для порождения речевого высказывания, логические связи между ними, выраженные стрелками, подкрепленные рисунками, символами, картинками, разными цветами, шрифтами, способствуют прочному запоминанию учебного материала и при необходимости быстрому извлечению его из памяти. В процессе построения интеллект-карты развивается самостоятельность суждения, интеллектуальный и творческий потенциал обучающихся. Самостоятельно выполненную готовую «шпаргалку», проверенную и одобренную преподавателем, студентам рекомендуется брать с собой на сборы и соревнования. В поездке интеллект-карты заменяют громоздкий учебник и тетради, дают возможность быстро вспомнить и повторить материал, вовремя подготовиться к зачету или экзамену, а также ввести обучающегося в реальную коммуникацию с целью поддержания беседы по одной из тем концепта «Физическая культура и спорт».

В ходе реализации предлагаемой технологии видятся актуальными следующие принципы:

1. Занятие от начала и до конца ведется исключительно на иностранном языке. Переход на русский язык не допускается.
2. Преподавателем заранее осуществляется подбор учебного материала и разрабатывается ход занятия: планируется перечень необходимых для усвоения лексико-грамматических конструкций, подыскиваются тематические слайды/картинки, отражающие тематику коммуникации, составляются вопросы по сюжетным слайдам тематического блока, комплекс лексических единиц, предназначенных для многократного повторения, тренировочные упражнения.

3. Важно создать на занятии языковую среду, побуждающую и стимулирующую коммуникативную деятельность, близкую к реальной коммуникации.

4. Ошибки студентов, допускаемые в процессе коммуникативной деятельности на любом из этапов внедрения предлагаемой технологии, видится более целесообразным исправлять в самом крайнем случае.

5. Для более эффективного усвоения запланированного материала оптимальным будет присутствие психологического момента организации ситуации успеха на занятии по иностранному языку, который может быть реализован в виде создания свободной доброжелательной атмосферы, похвалы и других способов поощрения.

Предлагаемая технология реализации коммуникативного подхода зарекомендовала себя как достаточно эффективная и продуктивная в плане развития иноязычной коммуникативной компетенции студентов-спортсменов в совокупности ее составляющих – речевой, языковой, социокультурной, компенсаторной, учебно-познавательной. Она позволяет в сжатые временные сроки добиться максимально высоких результатов, то есть реализовать способности студентов организовать свое речевое и неречевое поведение в контексте конкретной речевой ситуации.

Список литературы

1. Гальскова Н.Д. Современная методика обучения иностранным языкам: пособие для учителя. – М.: АРКТИ, 2003. – С. 52
2. Зимняя И.А. Ключевые компетенции – новая парадигма результата образования // Высшее образование сегодня. – 2003. – № 5. – С. 34–42.
3. Жаринова О.Г. Развитие коммуникативной компетенции учащихся на уроках английского языка посредством игр и игровых ситуаций. – Новосибирск, 2008. URL: <http://do.gendocs.ru/docs/index-78345.html> (дата обращения: 16.06.2014).
4. Изаренков, Д. И. Базисные составляющие коммуникативной компетенции и их формирование на продвинутом этапе обучения студентов-нефилологов // Русский язык за рубежом. – 1990. – № 4. – С. 54–60.
5. Комлева Л.А. Использование в футбольном дискурсе метафоры других видов спорта // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. – 2008. – № 6. – С. 37.
6. Костюкевич Е.Ф. Использование метода интеллект-карт в образовательном процессе. URL: <http://festival.1september.ru/articles/602963/> (дата обращения: 18.01.2014).
7. Красильникова, Е.В. Иноязычная коммуникативная компетенция в исследованиях отечественных и зарубежных ученых. URL: http://vestnik.yspu.org/releases/2009_1g/41.pdf (дата обращения: 18.01.2014).
8. Тер-Минасова С.Г. Примерная программа «Иностранный язык» для неязыковых вузов и факультетов. – М., 2009. – С.3.

9. Пассов Е.И. Коммуникативный метод обучения иноязычному говорению. – М.: Просвещение, 1991. – 223 с.

10. Стернин И.А. Типы коммуникативных действий и коммуникативное поведение человека, // Прагматические аспекты функционирования языковых единиц. – М., 1991.

References

1. Gal'skova N.D. *Sovremennaja metodika obuchenija inostrannym jazykam: Posobie dlja uchitelja*. Moscow, ARKTI, 2003, 52 p.

2. Zimnjaja I. A. *Kljuchevye kompetencii – novaja paradigma rezul'tata obrazovanija*, Vyssheobrazovanie segodnja, 2003, no. 5, pp. 34–42.

3. Zharinova O.G. *Razvitie kommunikativnoj kompetencii uchashhihsja na urokah anglijskogo jazyka posredstvom igri igrovych situacij*. Novosibirsk, 2008. URL: <http://do.gendocs.ru/docs/index-78345.html> (data obrashhenija 16.06.2014).

4. Izarenkov D. I. *Bazisnye sostavljajushhie kommunikativnoj kompetencii i ih formirovanie naprodivnutom jetape obuchenija studentov-nefilologov*, Russkijazykzarubezhom, 1990, no. 4, pp. 54–60.

5. Komleva L.A. *Ispol'zovanie v futbol'nom diskurse metaforiki drugih vidov sporta*, Vestnik Tambovskogo universiteta. Serija: Gumanitarnye nauki, 2008, no. 6, p. 37.

6. Kostjukevich E.F. *Ispol'zovanie metoda intellekt-kart v obrazovatel'nom processe*, URL: <http://festival.1september.ru/articles/602963/> (data obrashhenija: 18.01.2014).

7. Krasil'nikova E.V. *Inojazychnaja kommunikativnaja kompetencija v issledovanijah otechestvennyh i zarubezhnyh uchenykh*, URL: http://vestnik.yspu.org/releases/2009_1g/41.pdf (data obrashhenija: 18.01.2014).

8. Primernaja programma «Inostrannyj jazyk» dlja ne-jazykovykh vuzov i fakul'tetov, Ter-Minasova S.G., M., 2009, pp. 3.

9. Passov E.I. *Kommunikativnyj metod obuchenija inojazychnomu govoreniju*. M.: Prosveshhenie, 1991, 223 p.

10. Sternin I.A. *Tipy kommunikativnyh dejstvij i kommunikativnoe povedenie cheloveka*, Pragmaticheskie aspekty funkcionirovanija jazykovykh edinic, Moscow, 1991.

Рецензенты:

Астафурова Т.Н., д.п.н., профессор, заведующая кафедрой профессиональной иноязычной коммуникации, ВОЛГУ, г. Волгоград;

Милованова Л.А., д.п.н., профессор, директор института иностранных языков, ФГБОУ ВПО ВГСПУ, г. Волгоград.

Работа поступила в редакцию 28.11.2014.

УДК 37.016:51

**АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЕГЭ ПО МАТЕМАТИКЕ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ
В СИСТЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ****Кисельников И.В.***ФГБОУ ВПО «Алтайская государственная педагогическая академия»,
Барнаул, e-mail: kiv@uni-altai.ru*

В статье выделяются показатели, по которым можно судить о знаниях и умениях учащихся по математике. С позиций процессного подхода к обучению математике раскрываются выводы из анализа результатов единого государственного экзамена по математике в Алтайском крае, рассматриваются типичные ошибки учащихся при решении задач экзаменационной работы как с кратким, так и с развернутым ответом. Отмечаются положительные результаты экзамена и недочёты в математической подготовке выпускников школы. С учётом результатов экзамена высказаны предложения по совершенствованию качества обучения математике учащихся образовательных учреждений. Выявляются возможности осуществления предупреждающих и корректирующих действий по результатам единого государственного экзамена по математике, сформулированы первоочередные задачи по совершенствованию качества математического образования. Отмечается недостаточная направленность современных средств оценивания результатов обучения на выявление погрешностей учащихся. Представленные результаты могут быть полезны учителям математики, студентам педагогических вузов.

Ключевые слова: качество обучения математике, процессный подход к обучению, контроль в процессе обучения, типичные ошибки, государственная итоговая аттестация по математике, средства оценивания результатов обучения

**ANALYSIS OF RESULTS IN MATHEMATICS EXAM IN THE ALTAI REGION
IN THE SYSTEM TO ENSURE THE QUALITY OF TEACHING MATHEMATICS****Kiselnikov I.V.***Altai State Pedagogical Academy, Barnaul, e-mail: kiv@uni-altai.ru*

The article highlighted the indicators by which to judge the knowledge and skills of students in mathematics. From the standpoint of the process approach to teaching mathematics revealed findings from an analysis of the unified state examination in mathematics in the Altai region, discusses common mistakes students in solving examination work as a brief, and with detailed answers. Notes the positive results of the exam and the flaws in the mathematical preparation of high school graduates. Taking into account the results of the exam, suggestions for improving the quality of teaching mathematics students of educational institutions. Identify possible implementation of preventive and corrective actions based on the results of the unified state exam in math, formulated priorities for improving the quality of mathematics education. There is insufficient focus of modern assessment of learning outcomes to identify errors in the students. The presented results can be useful to teachers of mathematics, students of pedagogical universities.

Keywords: mathematical education, quality assurance in teaching mathematics, the process approach to training, control of outcomes of training, typical errors, state total certification for mathematic, resource of estimation of outcomes of training

Одной из основных задач современной образовательной политики является обеспечение качества образования, сохранения его фундаментальности, соответствия перспективным потребностям личности, общества, государства. В условиях штатного проведения единого государственного экзамена появилась возможность осуществления мониторинга качества освоения образовательных программ отдельных дисциплин, в частности математики. Опыт Алтайской краевой предметной комиссии ЕГЭ по математике показывает возможности в выявлении погрешностей участников экзамена, проектировании предупреждающих и корректирующих мероприятий на основе анализа результатов ЕГЭ.

Исследования проблем образовательного процесса показывают важность того, что «педагогов следует обучать наблюдению, диагностике посредством вопросов и формальному оцениванию, разработке учебной программы, образцов учебных достижений и различным способам вмешательства в процесс обучения» [1, с. 12].

Показателями, по которым учитель имеет возможность судить о знаниях и умениях учащегося, служат погрешности, допущенные учащимися при работе со средствами контроля, предложенными учителем [2, с. 152–163]. Наряду с погрешностями, показателями, по которым учитель может судить о знаниях и умениях учащихся, могут быть такие, как:

– изложение изученного материала грамотным языком в определенной логической последовательности;

– обращение к иллюстрации теоретических положений конкретными примерами, правильное применение теории в новой для ученика ситуации;

– использование в процессе решения различных форм представления содержания математических фактов (вербальная, графическая, знаково-символическая);

– самостоятельность в процессе выполнения задания и др.

Выявление погрешностей учащихся преследует цель не только осуществления контроля, но совершенствования учебного процесса, поскольку позволяет наметить пути преодоления типичных ошибок и недочётов учащихся в дальнейшем обучении. Функции анализа ошибок достаточно давно выделены в научно-методической литературе. «Рассмотреть с учащимися средней школы хотя бы некоторые такие ошибки полезно по двум причинам: во-первых, хорошо ознакомившись с какой-нибудь ошибкой, мы боимся себя от повторения такой ошибки в будущем; во-вторых, самый процесс разыскания ошибки легко сделать увлекательным для учащихся, и изучение ошибок становится средством поднять интерес к изучению математики» [3, с. 3].

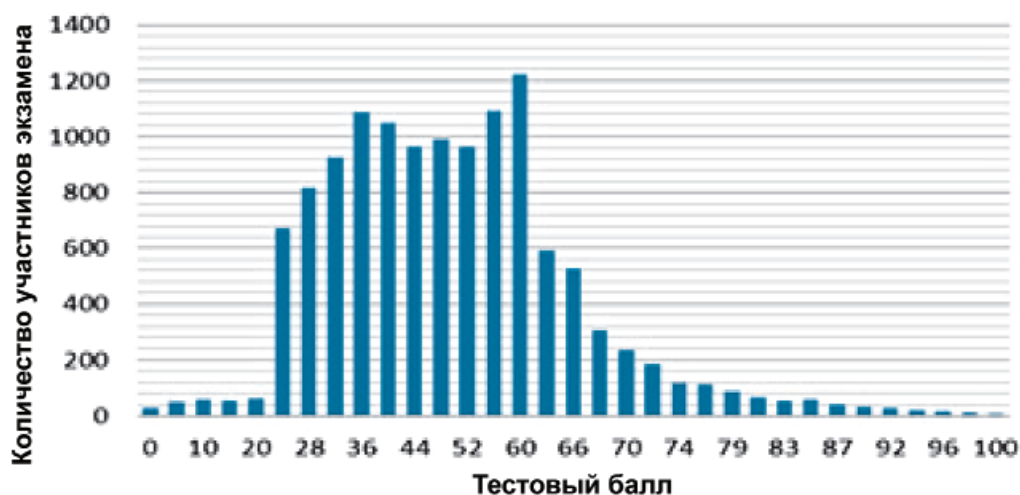
Недостатком единого государственного экзамена является то, что полная картина его результатов оказывается скрыта от учителя. Но для совершенствования практики обучения, повышения его качества следует выполнять детальный анализ работ учащихся, выявляя как сильные стороны при

решении задач контрольно-измерительных материалов (КИМ), так и погрешности учащихся. Ошибки, допускаемые учащимися при решении задач, условно разделим на две группы: индивидуальные и типовые. Вскрывать индивидуальные ошибки участников единого государственного экзамена и осуществлять деятельность по их искоренению может учитель на основании анализа работ учащихся своего класса. Для выявления типичных ошибок целесообразно осуществлять анализ работ на более обширной совокупности работ учащихся, возможно даже на генеральной совокупности. Такой анализ может осуществляться региональными и федеральными предметными комиссиями. Его результаты могут стать предметом обсуждения на методических объединениях различного уровня.

Содержание и структура экзаменационной работы ЕГЭ по математике дают возможность достаточно полно проверить комплекс умений по предмету:

- уметь использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни;
- уметь выполнять вычисления и преобразования;
- уметь решать уравнения и неравенства;
- уметь выполнять действия с функциями;
- уметь выполнять действия с геометрическими фигурами, координатами и векторами;
- уметь строить и исследовать математические модели.

Общие результаты выполнения заданий экзаменационной работы наглядно демонстрирует рисунок.



*Распределение числа участников по полученным тестовым баллам
(ЕГЭ по математике, Алтайский край, 2013 г.)*

Комплексный анализ результатов образования, включая анализ результатов ЕГЭ последних лет, показывает, что в преподавании математики в нашей стране накопился ряд проблем, решение которых позволит повысить качество образования. Условно эти проблемы можно разделить на группы:

- мотивационные: общественная недооценка значимости математического образования; перегруженность школьной математики техническими элементами; отсутствие ответственности учащихся за результаты своего образования и др.

- избыточное единство требований к результатам образования: единые требования к результатам обучения нереалистичны для значительной части учащихся; учитель не в состоянии удовлетворить принципиально разные запросы, руководствуясь общими для всех образовательным стандартом и программами и др.;

- содержательные проблемы и неэффективность: отсутствие связи обучения с потребностями государства и общества в будущих специалистах и специфических математических знаниях и методах; математика преподаётся формально и др. [4].

Анализ результатов выполнения заданий части В позволяет сделать ряд следующих выводов.

1. Положительным результатом экзамена традиционно является овладение значительной частью (96,17% – при решении задачи В2) выпускников школ базовыми умениями использовать приобретённые знания из курса алгебры и начал математического анализа в практической деятельности и повседневной жизни, что несколько превышает планируемые показатели.

2. Показатели выше среднего (в пределах нормы) учащиеся продемонстрировали при выполнении на базовом уровне действий с геометрическими фигурами (в частности, при нахождении площади параллелограмма – 85,71% – задача В3; нахождении угла в треугольнике – 84,25% – задача В6), при решении простейших логарифмических уравнений (82,94% – задача В5), при выяснении вероятности случайного события (80,52% – задача В10).

3. В пределах нормы показатели умения вычислять значение тригонометрического выражения с использованием формул приведения (70% – задача В7), преобразовывать выражения, включающие арифметические операции (76,07% – задача В4).

4. Показателей ниже нормы умений, проверяемых базовой частью, в 2013 году нет. Находившиеся ниже нормы в 2012 году показатели усвоения умения вычисления объёмов многогранников и тел враще-

ния повысились с 29,00% до 50,93% (задача В11). Показатели усвоения умения применять производную к исследованию функции повысились с 34,48 до 58,64% (задача В14); показатели усвоения умения строить и исследовать простейшие математические модели (сюжетная задача В13) повысились с 38,20 до 56,59%; показатели усвоения умения использовать при решении задач геометрический смысл производной повысились с 45,60 до 53,25% (задача В8).

5. О некоторых проблемах качества математической подготовки учащихся свидетельствуют результаты, полученные при решении задач, нацеленных на проверку умений:

- выполнять действия с геометрическими фигурами, координатами и векторами (проверяемое при решении задачи на нахождение объёма), к примеру, 15% участников экзамена при решении задачи В11 неверно указали в качестве ответа число 30, по-видимому, остановившись в ходе решения на вычислении объёма заданной призмы, не искомой пирамиды;

- выполнять действия с функциями (проверяемое при решении задач на использование геометрического смысла производной при решении задач), к примеру, более 5% участников экзамена не решали задачу В8;

- строить и исследовать простейшие математические модели (проверяемое на содержании сюжетной задачи, приводящей к составлению и решению уравнения);

- применять математические методы для решения содержательных задач из различных областей науки и практики;

- применять производную к нахождению наибольшего (или наименьшего) значения функции, заданной на отрезке, к примеру, задачу В14 не решало более 16% участников экзамена.

Анализ веера ответов, предложенных участниками экзамена, показывает наличие определённых проблем при решении отдельных задач (в частности, В1, В4, В5, В8, В12, В13), поскольку наличие большого количества вариантов ответов может свидетельствовать, в частности, о неустойчивости понимания учащимися соответствующего учебного материала. Проявляется статистическая зависимость между рядом количества вариантов ответов на задачи типа В и рядом количества не приступавших к решению таких задач (коэффициент корреляции между этими данными равен 0,42).

Анализ результатов решения задач с развёрнутым ответом позволил выявить следующие факты.

1. Результат выполнения задания С1 свидетельствует о сформированности чем у больше четверти участников экзамена (25,39% при

ожидаемых 10–50%) определённых умений решать тригонометрические уравнения и отбирать корни уравнения, принадлежащие наперёд заданному промежутку. Однако, отмечается снижение результата решения задания С1 по сравнению с 2012 годом, когда положительные баллы получили 32,4% от участвовавших в экзамене.

2. По сравнению с 2012 годом существенно улучшились показатели освоения умений выполнять действия с геометрическими фигурами, координатами и векторами при решении стереометрической задачи С2. Находящийся в 2012 году ниже нормы процент решивших задачу С2 нахождение расстояния от точки до плоскости (3,1%), в 2013 году увеличился, и задачу на вычисление площади сечения многогранника плоскостью решили 15,01%; что соответствует норме (10–50%).

3. Незначительно ниже нормы оказался показатель освоения умений выполнять действия с геометрическими фигурами, координатами и векторами при решении планиметрической задачи С4 о рассмотрении двух конфигураций касающихся окружностей. Он увеличился по сравнению с 2012 годом с 3,73 до 9,84% и стал близким к норме (10–50%).

4. Результаты освоения разделов части С свидетельствуют об улучшении в 2013 году по сравнению с 2012 годом качества обучения геометрии в школах Алтайского края.

Анализ работ 2013 года позволил констатировать несколько положительных результатов ЕГЭ по математике.

1. Показателей ниже нормы умений, проверяемых базовой частью, в 2013 году нет, чего не наблюдалось в последние годы. Это свидетельствует о повышении уровня результатов математического образования в Алтайском крае.

2. Овладение значительной частью выпускников школ на уровне выше нормы базовыми умениями использовать приобретённые знания из курса алгебры и начал математического анализа в практической деятельности и повседневной жизни, умением решать простейшую задачу на нахождение площадей треугольника, параллелограмма, трапеции, углов в треугольнике, а также умением решать логарифмические уравнения и находить вероятность случайного события, что проявилось при решении задач первой части экзамена.

3. При решении задач второй части положительная тенденция состоит в уверенном владении учащимися многими способами отбора корней тригонометрического уравнения из указанного промежутка при решении задачи типа С1: с помощью единичной окружности, с помощью графика

тригонометрической функции, с помощью числовой прямой, решая двойное линейное неравенство. Немало учащихся демонстрируют полное владение одним из наиболее рациональных (на их взгляд) способов.

4. Значительно улучшились показатели освоения умений выполнять действия с геометрическими фигурами, координатами и векторами при решении стереометрической задачи С2. Несмотря на то, что активно использованные в прошлом году векторный, координатно-векторный, координатный методы явно не являлись удачными в стереометрической задаче на нахождение площади сечения многогранника, учащиеся сумели актуализировать необходимые знания в новой ситуации.

5. Большее разнообразие способов решения задачи с параметром С5 (функциональный, функционально-графический, аналитический) среди работ участников экзамена позволяет сделать вывод о продвинутом уровне готовности к экзамену многих учащихся, далеко выходящей за рамки базовой подготовки.

6. С заданиями базового уровня справились 72,51% участников экзамена, что свидетельствует о положительной тенденции отработки обязательных результатов обучения математике.

Однако предметная комиссия по математике, проанализировав результаты, выявила ряд недочётов в математической подготовке выпускников школы, отдельные из которых отмечались и в прошлые годы:

- непонимание, неосознание сути понятия «равносильность преобразования» при решении уравнений или неравенств и, соответственно, допущение в процессе решения неравносильных преобразований (в частности, деление обеих частей уравнения на выражение с переменной без исследования возможности его равенства нулю при некотором значении переменной);

- несформированность четкого алгоритма решения задачи с параметром, что приводит к потерям решений. В результате учащиеся приводят неполное или незавершённое решение задачи с параметром С5, рассмотрев не все случаи раскрытия модуля, исследовав не все случаи значений новой введенной переменной или параметра, не проведя проверки найденных значений параметра;

- формализм в построении идеи решения задачи, «узкий взгляд» на условие задачи, учет не всех нюансов задания: в частности, например, условие, что «уравнение должно иметь единственное решение» в задаче С5 акцентирует все внимание учащихся, оставляя без учета другие компоненты

условия (присутствие модуля, симметричность корней и т.д.);

- недостаточная сформированность умений учащихся применять методы решения системы различных видов неравенств, неглубокое владение понятием логарифма, незнание свойств логарифмической и показательной функций. При решении логарифмических и показательных неравенств зачастую решение неравенства подменяется решением уравнения, т.е. отсутствует шаг с использованием метода интервалов или кривой знаков. Также затруднения учащихся связаны с обратной заменой при решении показательного или логарифмического неравенства с помощью метода введения новой переменной;

- с заданиями повышенного уровня справилось 10,6% участников экзамена в Алтайском крае, а с заданиями высокого уровня – 2,16%. Причём в отдельных муниципальных образованиях с заданиями высокого уровня не справился ни один участник экзамена.

Результаты единого государственного экзамена наглядно показывают проблемы в обеспечении качества обучения математике в регионе. Одним из аспектов решения обозначенных проблем видится проектирование предупреждающих и корректирующих действий по преодолению погрешностей в предметных результатах ЕГЭ по математике. Процессный подход к обучению ориентирует на чёткую идентификацию таких действий, как взаимосвязанных и взаимодействующих между собой, т.е. реализуемых как процесс. Выявление погрешностей учащихся преследует цель не только осуществления контроля, но совершенствования учебного процесса, поскольку позволяет наметить пути преодоления типичных ошибок и недочётов учащихся в дальнейшем обучении.

Современные средства оценивания результатов обучения в практике применения ориентированы на оценивание достижений учащихся в ущерб выявлению погрешностей. Это проявляется и в генезисе критериев оценивания экзаменационных работ (из текстов которых «уходит» термин), в недостаточности содержательного анализа предметных результатов (при констатации фактов недостаточных результатов при решении определённых задач зачастую не вскрываются погрешности в предметной подготовке и пути их предупреждения). В связи с этим возникают противоречия, связанные с применением современных средств на различных уровнях образования, доверием к ним всех заинтересованных сторон.

Анализируя содержание задач второй части ЕГЭ, П.И. Самсонов отмечает: «Современному учителю пришли на помощь современные технологии – теперь он может увидеть сканы работ своих учеников, а значит, может анализировать содержательную составляющую результатов экзамена. И здесь очень важно выйти на опережение ситуации – на предупреждение возможных ошибок, а это – и иной подбор заданий и упражнений для учебной работы ученика на уроке и дома, и иное поурочное планирование, и иная подготовка учителя к урокам» [5; с. 14].

Список литературы

1. Новое в оценке образовательных результатов: международный аспект / А. Литтл, М.Э. Локхед, В. Чайнапа и др.; пер. М.С. Добряковой; под. ред. А. Литтл, Э. Вулф; Моск. высш. шк. социал. и экон. наук. – М.: Просвещение, 2007. – 367 с.
2. Методика и технология обучения математике. Курс лекций: пособие для вузов / под научной ред. Н. Л. Стефановой, Н. С. Подходовой. – М.: Дрофа, 2005. – 416 с.
3. Брадис В. М., Минковский В. Л., Харчева А. К. Ошибки в математических рассуждениях. – М.: Учпедгиз, 1959. – 176 с.
4. Ященко, И.В., Семенов, А.В., Высоцкий, И.Р. Методические рекомендации по некоторым аспектам совершенствования преподавания математики (на основе анализа типичных затруднений выпускников при выполнении заданий ЕГЭ) / [Электронный ресурс] Москва, 2013. – 26 с. Режим доступа <http://fipi.ru/binaries/1562/MATnew.pdf>.
5. Самсонов, П.И. Анализ ошибок выпускников на ЕГЭ-2012 по математике. I часть // Математика в школе. – 2012. – № 8. – С. 14–21.

References

1. Novoe v ocenke obrazovatel'nyh rezul'tatov: mezhdunarodnyj aspekt [A. Littl, M.Je. Lokhed, V. Chajnapa i dr.; per. M.S. Dobryakovo]; pod. red. A. Littl, Je. Vulf; Mosk. vyssh. shk. social. i jekon. nauk. M.: Prosveshhenie, 2007. 367 p.
2. Metodika i tehnologija obuchenija matematike. Kurs lekcij: posobie dlja vuzov / pod nauchnoj red. N.L. Stefanovoj, N.S. Podhodovoj. M.: Drofa, 2005. 416 p.
3. Bradis V.M., Minkovskij V.L., Harcheva, A.K. Oshibki v matematicheskikh rassuzhdenijah. M.: Uchpedgiz, 1959. 176 p.
4. Jashhenko, I.V., Semenov, A.V., Vysockij, I.R. Metodicheskie rekomendacii po nekotorym aspektam sovershenstvovaniya prepodavaniya matematiki (na osnove analiza tipichnyh zatrudnenij vypusnikov pri vypolnenii zadaniy EGJe) / [Elektronnyj resurs] Moskva, 2013. 26 p. Rezhim dostupa <http://fipi.ru/binaries/1562/MATnew.pdf>.
5. Samsonov, P.I. Analiz oshibok vypusnikov na EGJe-2012 po matematike. I chast' // Matematika v shkole. 2012. no. 8. pp. 14–21.

Рецензенты:

Брейтигам Э.К., д.п.н., профессор кафедры алгебры и методики обучения математике, ФГБОУ ВПО «Алтайская государственная педагогическая академия», г. Барнаул;

Овчаров А.В., д.п.н., профессор, директор института физико-математического образования, ФГБОУ ВПО «Алтайская государственная педагогическая академия», г. Барнаул.

Работа поступила в редакцию 28.11.2014.

УДК 387.14

ВЕДУЩИЕ ИДЕИ, ЗАКОНОМЕРНОСТИ И ПРИНЦИПЫ РАЗВИТИЯ КУЛЬТУРЫ ТВОРЧЕСКОЙ САМОРЕАЛИЗАЦИИ БУДУЩИХ ПЕДАГОГОВ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

Похорук О.Ю., Милинис О.А.

ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет», Новокузнецкий институт-филиал, Новокузнецк, e-mail: olegpokhorukov@yandex.ru

В статье представлены результаты исследования по проектированию концепции развития культуры творческой самореализации будущих педагогов на основе реализации ведущих идей педагогов-новаторов: концепция творческого саморазвития личности в образовательной деятельности В.И. Андреева о закономерностях гарантированности качества образования, концепция А.А. Деркача, согласно которой субъектность находится в неразрывной связи с самостью, сознанием, деятельностью, опосредованной субъектом и опосредующей субъекта, и определяет действенные возможности человека как его сущность, концепция В.А. Сластенина субъектного развития студентов базируется на понимании сущности личности как субъекта и индивидуального комплекса общественных отношений, как создателя и носителя определенной социальной программы, реализующей индивидуально-творческий подход, концепция развития физической культуры личности Барышевой Н.В.; концепция И.Ф. Исаева и М.И. Ситниковой о формировании культуры профессионально-педагогической самореализации преподавателя вуза, идеи педагогического стимулирования и поддержки обучающихся. Ядром проектируемой концепции являются выявленные закономерности и принципы, определяющие взаимозависимости между объективно существующими факторами и субъектными характеристиками, влияющими на развитие культуры творческой самореализации будущих педагогов физической культуры.

Ключевые слова: творческая самореализация, будущие педагоги, концепции развития культуры творческой самореализации будущих педагогов, закономерности, принципы

LEADING IDEAS, PATTERNS AND PRINCIPLES FOR THE DEVELOPMENT OF CULTURE AND CREATIVE SELF-REALIZATION OF FUTURE TEACHERS OF PHYSICAL CULTURE

Pokhorukov O.Y., Milinis O.A.

FGBOU VPO «Kemerovo State University», Institute-branch, Novokuznetsk, e-mail: olegpokhorukov@yandex.ru

The paper presents results of research on the design concept of the development of culture creative self-future teachers through the implementation of ideas leading educators and innovators: the concept of creative self-development in the educational activities of V.I. Andreeva on regularities warranty of quality of education, A.A. Derkacha concept, according to which subjectivity is in close connection with the self, consciousness, activity mediated by the subject and the mediating subject, and determining the effectiveness of human capabilities as its essence, the concept V.A. Slastenina subject development of students is based on understanding the essence of the person as an individual entity and the complex social relations, as the creator and bearer of a particular social program implementing individual creativity, concept of physical culture personality Barysheva N.V.; concept and I.F. Isaeva M.I. Sitnikovoy about building a culture of professional and pedagogical self-university teacher, teaching ideas to encourage and support the students. The core of the concept is to identify the projected patterns and the principles governing the relationship between objective and subjective factors, the existing characteristics that influence the development of a culture of creative self-realization of the future teachers of physical culture.

Keywords: creative self-realization, future teachers, the concept of a culture of creative self-realization of future teachers, laws, principles

Глобальные изменения в политической, экономической и культурной жизни всего мирового сообщества, создание единого образовательного пространства обусловили необходимость модернизации современного российского образования. Закрепленная в основных нормативных документах, данная проблема, в частности, обращена к вопросу подготовки современных специалистов, созданию психолого-педагогических условий для целостного развития их личности. Гуманитарный компонент современного высшего образования, предполагающий гармонизацию духовных и физических сил и способностей обучаемых, включает физическую культуру в качестве ее обязательной составляющей.

Смена образовательных и научных парадигм в результате социально-экономических преобразований в Российской Федерации привела к переосмыслению роли и функции физической культуры студентов как здоровьесберегающей системы, способствующей формированию человеческого потенциала студенческой молодежи. В новых условиях функции физической культуры выходят за традиционные рамки формирования физических качеств и обучения двигательным действиям, становясь социальным фактором воспроизводства одного из элементов производительных сил – трудовых ресурсов. Вместе с тем высшая школа оказалась не достаточно готовой

к здоровьесбережению будущих специалистов, воспитанию целостно развитой личности. Устойчивая тенденция снижения уровня физической подготовленности студентов наряду с потерей четких социально-культурных ориентиров в развитии личности обучаемых определяют необходимость обоснования и обеспечения эффективного формирования физической культуры личности.

Изучение проблемы педагогов и студентов как творчески самореализующихся субъектов в образовательной деятельности позволило разработать основные концептуальные положения развития культуры творческой самореализации будущих педагогов физической культуры.

Проектирование концепции развития культуры творческой самореализации будущих педагогов определяется: социально-историческими предпосылками, потребностями практики образовательной деятельности, недостаточностью теоретических исследований в вопросах развития культуры творческой самореализации студентов; теоретическими концепциями, фиксирующими современный уровень развития идей творческой самореализации и саморазвития, практическим опытом развития культуры творческой самореализации будущих педагогов; фундаментальными теориями отечественной педагогики и психологии и др. [6].

Содержание концепции основывается на реализации в образовательной практике будущих педагогов физической культуры ведущих идей: концепция творческого саморазвития личности в образовательной деятельности, основанной на положении о гарантированности качества образования при переходе его в самообразование, качества воспитания при переходе в самовоспитание, развития – в саморазвитие (В.И. Андреев) [1]; концепция субъектности как свойства деятельного субъекта, в понимании которой человек как субъект созидает социальный мир, реализовывая самость, что обуславливает отношение к себе и к миру через свое сознательное Я и полагает деятельность субъекта в осмыслении феномена самореализации человека (А.А. Деркач) [3]; концепция субъектного развития студентов, представляющая этапы многоуровневого педагогического образования через призму субъектного самоосуществления, самоутверждения, самореализации, отражает движущие факторы развития всех структурных компонентов субъектности, учитывает роль как внешних воздействий, так и внутриличностных механизмов самодвижения (В.А. Сластенин) [11]; концепция развития физической культуры личности, реализуемая через принципы: непрерывности и целостности процесса развития, личностно ориентированного характера системы, ре-

ализуемого через цели оздоровления человека, содержание, формы, методы и педагогические средства достижения физического здоровья; перевода процесса развития физической культуры личности в режим самоорганизации и саморазвития, реализуемого соответствующим методическим инструментарием, разработанным применительно к каждому этапу системы непрерывного образования учащихся (Н.В. Барышева) [2]; концепция формирования культуры профессионально-педагогической самореализации преподавателя вуза, раскрывающая индивидуальный процесс и результат целенаправленного, осознанного осуществления внутренних возможностей развития Я-профессионального в педагогической деятельности посредством рефлексивно-творческих усилий на основе свободного, диалогического взаимодействия преподавателя с культурно-образовательной средой вуза (И.Ф. Исаев и М.И. Ситникова) [4, 10]; идеи педагогического стимулирования и поддержки обучающихся, обеспечивающие процессы становления индивидуальности обучающихся, дифференцированную, адресную помощь, их сопровождение и взаимодействие, направленные на организацию пространства в обучении и воспитании, выступающего условием для самопознания [5].

Ядро концепции развития культуры творческой самореализации будущих педагогов в образовательной деятельности составляют закономерности и принципы, которые были выявлены, опираясь на философско-психолого-педагогическую литературу по проблеме творческой самореализации и саморазвития.

Система принципов развития культуры творческой самореализации будущих педагогов в образовательной деятельности определяется с позиции соответствия следующим закономерностям:

1. Активность и эффективность самостоятельной включенности будущих педагогов в разные виды образовательной деятельности достигается лишь на основе интеграции научного знания из области наук о человеке (философия, культурология, антропология, психология, педагогика, аксиология, эвристика и др.) и успешно влияет на целостное саморазвитие будущих педагогов как субъектов творческой самореализации:

– *принцип научности* позволяет изучать составляющие культуры творческой самореализации будущих педагогов, лежит в основе разработки концепции и выполнения научно-исследовательских работ, способствующих успешному развитию их культуры, творческой самореализации;

– *принцип системности*, который выражается в единстве следующих компонен-

тов – цель, задачи, содержание, методы, формы, результаты и рефлексия педагогического взаимодействия субъектов образовательного процесса, направленного на развитие культуры творческой самореализации личности;

– *принцип целостности* предполагает взаимосвязь и взаимодействие способов, средств и форм развития культуры творческой самореализации будущих педагогов как единого целого, включающего цели, идеалы, ценностные ориентации и продукты творческой образовательной деятельности как результат творческой самореализации.

2. Развитие культуры творческой самореализации будущих педагогов находится в прямой зависимости от реализации паритетности взаимоотношений при субъект-субъектном взаимодействии в условиях сотрудничества и сотрудничества:

– *принцип гуманистической направленности* в качестве основной цели в образовательном процессе предполагает личность и систему гуманистических ценностных ориентаций, ее неповторимость, субъектность и оригинальность, которые являются составляющими процесса творческой самореализации;

– *принцип природо- и культуросообразности* способствует творческой самореализации и саморазвитию личности в гармонии с природой, с учетом возрастных и индивидуальных особенностей, реализации идеи осуществления возможностей творческого развития «Я», присущего только человеку, в основе которой лежат потребности роста, развития и самосовершенствования сообразно культуре в ее современном понимании и определяет систему основных подходов и требований, которые транслирует культура в контексте развития творческой самореализации личности [7];

– *принцип субъектности* характеризует личность, которая может быть стратегом своей деятельности, ставить и корректировать цели, осознавать мотивы, самостоятельно выстраивать действия и оценивать их соответствие задуманному, выстраивать творческие планы жизнедеятельности, предполагает качественные и динамические изменения в современных социокультурных реалиях диалога культур, основывающихся на свободе, толерантности и смыслотворчестве, проявлении активной творческой позиции.

3. Развитие культуры творческой самореализации будущих педагогов будет тем успешнее, чем разнообразнее и вариативнее реализуется сочетание инновационных культурно-творческих средств, методов и организационных форм субъектно-ориентированной педагогической деятельности. На основе этой закономерности сформулированы и реализованы следующие принципы:

– *принцип контекстности* позволяет организовать обучение, которое обеспечивает

переход и трансформацию традиционной познавательной деятельности в креативную образовательную деятельность с соответствующей сменой более высоких потребностей, мотивов, целей, действий, средств и результатов, где задается контекст будущей профессиональной деятельности как предметный, так и социальный, что обеспечивает результативный уровень развития культуры творческой самореализации будущих педагогов в ходе последовательного их включения в разные виды образовательной деятельности.

– *принцип прогностичности*, т.е. обновление содержания образовательной деятельности должно осуществляться с учетом прогностических исследований наиболее перспективных тенденций развития образовательных систем в России и за рубежом; построение субъектной творческой парадигмы развития на перспективу, выработка индивидуальной культуры творческой самореализации и способов самовыражения через успешный опыт в разных видах образовательной деятельности;

– *принцип ориентации личности на профессионально-творческую самореализацию*, проектирование будущего, в котором она ощущает потребность в сотворчестве, новых знаниях и умениях на протяжении всей жизни, способствует тому, что начинают работать механизмы развития самости, способствующие наиболее полному раскрытию субъектности будущих педагогов.

4. Педагогическая эффективность развития культуры творческой самореализации будущих педагогов существенно возрастает при активной и регулярной рефлексии развития компонентов самости в приобретаемых профессионально-творческих компетенциях в контексте освоения образовательной деятельности. На основе этой закономерности сформулированы и реализованы следующие принципы:

– *принцип интериоризации* позволяет успешно развивать культуру творческой самореализации будущих педагогов в коллективе и через коллектив, воспринимая, осмысливая, транслируя и переводя во внутреннее состояние те или иные качества как субъектную потребность для творческого самовыражения, превращая социальное в индивидуальное через приобретение знаний, умений, навыков и опыта, то есть личностных новообразований;

– *принцип непрерывного творческого саморазвития* как проектирования будущего личности, в котором она ощущает огромную потребность в новых творческих знаниях и умениях на протяжении всей жизни, что способствует включению механизмов развития самости: самообразование, самовоспитание, саморазвитие, способствующие наиболее полной самореализации; непрерывность предполагает

преимущество, которая выступает как объективная необходимая связь между старым и новым в процессе саморазвития;

– принцип обратной связи обеспечивает рефлексию деятельности при реализации субъект-субъектных отношений личности в процессе развития культуры творческой самореализации, учебного сотворчества преподавателей и студентов, управление учебным процессом путем создания системы контроля и самоконтроля творческого усвоения учебного материала, самоорганизации и самоанализа результатов.

Выявление и изучение закономерностей и принципов развития культуры творческой самореализации будущих педагогов физической культуры при соблюдении комплекса организационно-педагогических условий позволяет определить результатом образовательной деятельности, осуществляемой студентами в качестве субъектов, их новообразования [8]: сформировавшиеся педагогические ценности, ярко выраженные потребности в творческой самореализации, наличие систематизированных целостных знаний о ценностях, культуре и творчестве педагогического труда, профессионально-творческие компетенции, «Я-концепция творческой самореализации и саморазвития», констатирующие повышение уровня развития культуры творческой самореализации в образовательной деятельности.

Список литературы

1. Андреев В.И. Педагогика: учеб. курс для творческого саморазвития. – 2-е изд. – Казань: Центр инновационных технологий, 2006. – 608 с.
2. Барышева Н.В. Организационно-педагогическая система развития физической культуры личности: дис. ... д-ра пед. наук. – Самара, 1997. – 400 с.
3. Деркач А.А. Субъектные феномены: акмеологический подход. – М.: РАГС, 2010. – 240 с.
4. Исаев И.Ф. Теория и практика формирования профессионально-педагогической культуры преподавателя высшей школы. – М. – Белгород, 1993. – 218 с.
5. Личность школьника как цель, объект, субъект и результат воспитания / ред. Н.Л. Селиванова, Е.И. Соколова. – М.-Тверь: ООО «ИПФ «Виарт», 2004. – 336 с.
6. Милинис О.А. Концепция субъектно-ориентированного подхода к развитию культуры творческой самореализации студентов-педагогов. – Казань: Центр инновационных технологий, 2011. – 220 с.
7. Милинис О.А. Педагогическая технология субъектно-ориентированного подхода к развитию культуры творческой самореализации студентов-педагогов в креативной образовательной деятельности. – Казань: Центр инновационных технологий, 2012. – 120 с.
8. Милинис О.А. Субъектно-ориентированный подход к развитию культуры творческой самореализации студентов-педагогов в креативной образовательной деятельности: автореф. дис. ... д-ра. пед. наук. – Казань, 2012. – 50 с.
9. Похорюков О.Ю., Милинис О.А. Творческое саморазвитие будущих педагогов в контексте реализации культурологического подхода // Материалы международной научной конференции «Subject and object of cognition in a projection of educational techniques and psychological concepts» (London, June 05 – June 10, 2014). – London: IASHE, 2014. – С. 68–70.
10. Ситникова М.И., Исаев И.Ф. Творческая самореализация учителя: культурологический подход: учебное пособие. – М.-Белгород: Изд-во БГУ, 1999. – 224 с.
11. Сластенин В.А. Субъектно-деятельностный подход в общем и профессиональном образовании // Сибирский педагогический журнал. – 2006. – № 5. – С. 17–30.

References

1. Andreev V.I. *Pedagogika: ucheb. kurs dlya tvorcheskogo samorazvitiya* [Pedagogy: studies. course for creative self-development]. 2-e izd [2nd ed]. Kazan: Center for Innovative technology, 2006, 608 p.
2. Barysheva N.V. *Organizatsionno-pedagogicheskaya sistema razvitiya fizicheskoy kul'tury lichnosti* [Organizational and pedagogical system of physical culture of personality]: Dis. ... d-ra ped. Nauk [Dr. ped. Sciences]. Samara, 1997, 400 p.
3. Derkach A.A. *Sub'ektnye fenomeny: akmeologicheskij podkhod* [Subektnosti phenomena: akmeologicheskij approach]. M.: RAGS, 2010. 240 p.
4. Isaev I.F. *Teoriya i praktika formirovaniya professional'no-pedagogicheskoy kul'tury prepodavatelya vyshey shkoly* [Theory and practice of formation of professional and pedagogical culture of a high school teacher]. M., 1993. 218 p.
5. *Lichnost' shkol'nika kak tsel', ob'ekt, sub'ekt i rezul'tat vospitaniya* [Individual student as the goal, object, subject and result of education] / red. N.L. Selivanova, E.I. Sokolova. Moscow-Tver: LLC «EPF» Viart, 2004. 336 p.
6. Milinis O.A. *Kontseptsiya sub'ektno-orientirovannogo podkhoda k razvitiyu kul'tury tvorcheskoy samorealizatsii studentov-pedagogov* [The concept of the subject-oriented approach to the development of a culture of creative self-student teachers]. Kazan: Innovation Center, 2011. 220 p.
7. Milinis O.A. *Pedagogicheskaya tekhnologiya sub'ektno-orientirovannogo podkhoda k razvitiyu kul'tury tvorcheskoy samorealizatsii studentov-pedagogov v kreativnoy obrazovatel'noy deyatel'nosti* [OA Educational technology is a subject-oriented approach to the development of a culture of creative self-teachers of students in the creative educational activities]. Kazan: Innovation Center, 2012. 120 p.
8. Milinis O.A. *Sub'ektno-orientirovanny podkhod k razvitiyu kul'tury tvorcheskoy samorealizatsii studentov-pedagogov v kreativnoy obrazovatel'noy deyatel'nosti* [Subject-oriented approach to the development of a culture of creative self-teachers of students in the creative educational activities]. Avtoref. dis. d-ra. ped. nauk. Kazan, 2012 50 p.
9. Pokhorukov O.Yu., Milinis O.A. *Tvorcheskoe samorazvitie budushchikh pedagogov v kontekste realizatsii kul'turologicheskogo podkhoda* [Creative self-development of future teachers in the context of cultural approach]. *Materialy mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii «Subject and object of cognition in a projection of educational techniques and psychological concepts» (London, June 05 – June 10, 2014)* [Proceedings of the International Conference «Subject and object of cognition in a projection of educational techniques and psychological concepts» (London, June 05 – June 10, 2014)]. London: IASHE, 2014. pp. 68–70.
10. Sitnikova M.I., Isaev I.F. *Tvorcheskaya samorealizatsiya uchitelya: kul'turologicheskij podkhod: uchebnoe posobie* [Creative self-realization teacher: cultural studies approach: a tutorial]. Moscow, Belgorod, 1999. 224 p.
11. Slastenin V.A. *Sub'ektno-deyatelnostnyy podkhod v obshchem i professional'nom obrazovanii* [Subject-activity approach in general and vocational education]. *Sibirskiy pedagogicheskij zhurnal* – Siberian Journal of Teachers, 2006, no.5. pp. 17–30.

Рецензенты:

Шалавина Т.И., д.п.н., профессор, заведующая кафедрой художественного образования, педагогики и психологии развития личности Новокузнецкого института (филиал), ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет», г. Новокузнецк;

Шимлина И.В., д.п.н., профессор, декан естественно-географического факультета Новокузнецкого института (филиал), ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет», г. Новокузнецк.

Работа поступила в редакцию 26.11.2014.

УДК 517

КОНЦЕПЦИЯ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ СТУДЕНТОВ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ НА ОСНОВЕ РЕАЛИЗАЦИИ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ ЗНАНИЙ

Смирнова Е.Е.

НОО ВПО НИП «Тульский институт экономики и информатики», Тула, e-mail: eesmirn@yandex.ru

В статье рассматривается авторская концепция обучения математике на основе реализации междисциплинарных знаний. Актуальность работы определяется тем, что концепция является необходимым теоретическим звеном, связующим сложившиеся в настоящее время научно-методические основы преподавания учебной дисциплины с конкретной методической системой, реализующей методические нововведения, направленные на совершенствование процесса обучения. Концепция состоит из трех взаимосвязанных модулей. В первом структурном модуле концепции обозначаются педагогические цели, для решения которых разработана концепция, дается обобщенная характеристика тем философским и психолого-педагогическим теориям, которые способствовали появлению данной концепции. Во втором структурном модуле рассматривается теоретическое ядро концепции – закономерности и принципы, определяющие требования к формированию междисциплинарных знаний по математике студентов экономических специальностей, формулируются вытекающие из выявленных закономерностей и принципов основные положения концепции. В третьем структурном модуле рассматриваются модели процесса формирования междисциплинарных знаний и методической системы как средства реализации концепции вузовского обучения математике на основе междисциплинарных знаний.

Ключевые слова: концепция, междисциплинарные знания, принципы обучения, положения концепции

THE CONCEPT OF TEACHING MATHEMATICS TO STUDENTS OF ECONOMIC SPECIALTIES BASED ON MULTIDISCIPLINARY KNOWLEDGE

Smirnova E.E.

The NOO VPO NP «Tula Institute of Economics and Informatics», Tula, e-mail: eesmirn@yandex.ru

The article discusses the author's concept of teaching mathematics through the implementation of an inter-disciplinary links. The theme is the fact that the concept is necessary theoretical link current scientific and methodological basis for the teaching of the discipline with specific methodological system that implements methodological innovations that focus on certain improvement of the learning process. The concept consists of three interconnected modules. In the first structural module concept are identified educational goals, which developed the concept of the generalised characteristic of the philosophical, psychological and pedagogical theories that are contributed to the emergence of this concept. In the second structural module examines the theoretical core concepts – patterns and principles that define the requirements for the formation of interdisciplinary mathematics students of economic specialties, are formulated arising from the identified patterns and principles, main provisions of the concept. In the third structural module examines the process model of the formation of interdisciplinary knowledge and methodical system as a means of implementing the concept of University education in mathematics on the basis of interdisciplinary knowledge.

Keywords: concept, interdisciplinary knowledge, learning principles, the provisions of the concept

Концептуальность является важнейшей характеристикой любой сложной педагогической системы – будь то определенная предметная область обучения, образовательная система, образовательный стандарт, учебный процесс и т.д. Описание концепции обучения математике студентов на основе использования междисциплинарных знаний представим в виде трехэлементной модели, включающей блок оснований концепции, блок ее основных положений и блок, посвященный механизмам реализации концепции (Н.Б. Истомина-Кастровская, Е.И. Санина, Л.А. Бордонская, Е.В. Данильчук, Т.М. Петрова, В.А. Белянин, Г.И. Ковалева, Н.В. Калачев, Н.В. Бровка и др.

Целью разработанной концепции является теоретическое обоснование методиче-

ской системы обучения математике студентов экономического вуза на основе использования междисциплинарных знаний. Концепция позволяет через методическую систему, разработанную на ее основе, реализовать в практике вузовского обучения математике современную образовательную парадигму индивидуально-ориентированного обучения.

Индивидуально-ориентированное обучение в вузе как тенденция развития современного образования предполагает опору, в первую очередь, на индивидуальные цели профессионального и личностного развития студентов, что связано с такими особенностями личности, как сфера интересов и предпочтений, образовательные потребности и профессиональные и жизненные планы [4].

Методологическими основаниями построения индивидуально-ориентированного образовательного процесса в вузе являются следующие подходы, определяющие полипарадигмальность:

1) *синергетический* – диверсификация как структурная перестройка системы высшего профессионального образования; вариативность и нелинейность, обеспечивающие закономерности и условия протекания процессов саморазвития, самоорганизации, самостимулирующего роста; модульность, предполагающая изменение целей, содержания обучения и способов управления познавательной деятельностью студентов (Е.Н. Князева, С.П. Курдюмов, Г.Г. Малинецкий, В.П. Милованов, И.Р. Пригожин и др.);

2) *лично-ориентированный* – ориентация на студента в процессе обучения, реализация индивидуальных образовательных маршрутов на основе разветвленных образовательных программ с учетом его индивидуальных особенностей, наклонностей и интересов (З.И. Васильева, А.А. Вербицкий, Ю.Г. Круглов, В.В. Сериков, В.А. Сластенин и др.);

3) *компетентностный* – установление результатов подготовки студентов в форме компетенций, с ориентацией на личностную составляющую, что позволяет учитывать и оценивать все виды образовательной деятельности студентов – внеаудиторную, творческую и научно-исследовательскую работу (В.А. Болотов, А.А. Вербицкий, О.И. Денисов, А.А. Деркач, Э.Ф. Зеер, И.А. Зимняя, А.К. Маркова, Л.М. Митина, Л.А. Петровская, Г.М. Соломина, Ю.Г. Татур, В.Д. Шадриков, А.В. Хуторской и др.);

4) *системно-деятельностный* – рассматривает деятельность как главный источник формирования личности и фактор ее развития (Б.Г. Ананьев, Л.С. Выгодский, А.Н. Леонтьев, С.Л. Рубинштейн и др.).

Реализация индивидуально-ориентированной парадигмы в разработанной методической системе обеспечивается тем, что междисциплинарные знания предоставляют обучающемуся возможности в освоении учебной информации по математике с учетом его индивидуальных способностей, знаний и умений. Использование различных моделей представления междисциплинарных знаний (логические, структурные, продукционные), построенных с помощью разнообразных математических средств и информационно-коммуникационных технологий, помогает обучающимся с различным уровнем математического развития увидеть существенные стороны изучаемых математических понятий и способов деятельности, поскольку каждый студент мо-

жет выбирать и использовать модели представления знаний, представленные на более понятном для него «языке». Тем самым обеспечивается индивидуальная траектория обучения математике студентов экономического вуза.

Теоретические основы концепции, которые определяют ее содержание, представлены через *математическую, гносеологическую и психолого-педагогическую* линии.

Математические основы концепции – это, во-первых, особенности математики как науки, которая является исходным «математическим материалом», требующим дидактической и междисциплинарной интерпретации; во-вторых – особенности математики как вузовского предмета для студентов экономических специальностей (Э.К. Брейтигам, Н.А. Бурмистрова, В.А. Далигер, В.А. Гусев, С.Н. Дворякина, Г.В. Дорофеев, В.М. Майер, С.В. Митрохина, В.М. Монахов, А.Г. Мордкович, М.В. Носков, А.А. Папышев, А.М. Пышкало, Е.И. Санина, Г.И. Саранцев, Л.Н. Скаткин и др.).

Гносеологические основы концепции – это теории и подходы, дающие философское осмысление сущности междисциплинарных знаний (В.П. Быков, Л.И. Карташова, Б.Г. Киселева, Е.Г. Копосова, И.В. Левченко, Т.Л. Мазурок, В.Н. Максимова, Е.Н. Надеждин, А.С. Носик, Е.В. Перехожева, А.В. Ревина, Г.М. Семенова, А.А. Смирнов, В.А. Шершнева, Г.Ф. Федорец и др.).

Психолого-педагогические основы концепции –

1) педагогические теории, использующие когнитивно-визуальный подход к обучению математике (М.И. Башмаков, В.А. Далингер, С.Н. Поздняков, Н.А. Резник и др.);

2) педагогические теории, ориентированные на профессиональную направленность обучения математике (В.А. Далингер, А.Ж. Жафяров, Н.И. Мерлина, В.М. Монахов, А.Г. Мордкович, М.В. Носков, С.А. Розанова, К.В. Сафонов, В.В. Фирсов, В.А. Шершнёва, Л.В. Шкерина и др.);

3) педагогические теории учебной мотивации (В.Т. Асеев, В.А. Иванников, Е.П. Ильин, В.И. Ковалев, В.Т. Леонтьев, А.К. Маркова, М.В. Матюхина, А.Т. Маслоу, Р.С. Нешков, К. Роджерс, М.А. Родионов и др.).

Модуль второй. Сущность концепции. Теоретическое ядро концепции.

Принципы обучения воплощают требования его организации – наглядности, сознательности и активности обучающихся в обучении, систематичности и последовательности в овладении достижениями

науки, культуры и опытом деятельности, единства теории и практики. В настоящем исследовании на основе анализа выявленных закономерностей процесса обучения математики студентов экономического вуза сформулируем три группы принципов, выделенные нами по степени их универсальности [3]:

I. Дидактические принципы обучения математике в экономическом вузе (по А.А. Столяру): принцип воспитывающего обучения; принцип научности в обучении (включающий систематичность и последовательность обучения); принцип сознательности усвоения; принцип активности учащихся; принцип наглядности обучения; принцип прочности знаний; принцип индивидуального подхода в обучении.

II. Методические принципы отбора содержания и организации процесса обучения математике в экономическом вузе

Содержательные: принцип трехкомпонентности целей обучения математике студентов вузов: математико-теоретической (МТ), математико-прикладной (МП) и математико-информационной (МИ), направленных на достижение соответствующих целей: МТ направлена на формирование математических знаний, умений и навыков; МП – на формирование профессиональных компетенций; МИ – на формирование ИКТ-компетенций в процессе обучения; *принцип контекстности* обучения определяет ориентацию математического образования на профессиональный контекст, что предполагает рассматривать содержание математической подготовки как подсистему содержания профессионального образования и позволяет выделить профессионально значимые темы, рационально определить время на изучение теоретических и прикладных разделов [1].

Процессуальные: принцип социализации – предполагает умение обучающихся адаптироваться в различных жизненных ситуациях; самостоятельно приобретать математические знания и применять их для решения различного рода задач; искать рациональные пути решения, используя при этом современные технологии; четко понимать, где и каким образом можно использовать имеющиеся математические знания в решении практических задач; быть способным находить новые способы решения задач; создавать оригинальные продукты; грамотно работать с информацией; уметь работать в команде; саморазвиваться и самосовершенствоваться; принцип самореализации и персонализации: у каждого обучающегося есть потребность проявить свои лучшие качества, продемонстрировать

другим свои способности и возможности. Необходимо поддерживать это стремление обучающихся, помочь им реализовать свои возможности, способствовать их дальнейшему развитию и приобретению новых способностей. Самореализация осуществляется за счет получения результатов собственного труда, а персонализация происходит за счет признания деятельности обучающегося со стороны обучающихся и других участников образовательного процесса (С.В. Митрохина); принцип приобщения к деятельности, адекватной изучаемому предмету, и формирование умений, лежащих в основе этой деятельности (А.А. Столяр); принцип осознания учащимися методов приобретения математических знаний.

III. Специальные методические принципы отбора содержания и организации процесса вузовского обучения математике на основе формирования междисциплинарных знаний (авторские):

Методологические (философские): принцип релевантности – выработка единых, приемлемых для всех участников процесса взаимодействия исходных представлений об объекте изучения; принцип построения формального описания единого сложно организованного предмета исследования; принцип выделения базовой дисциплины (или её раздела), которая отражает высшие уровни развития объекта и структурирование интегрального знания на основе концептуального аппарата этой дисциплины; принцип конгруэнтности – субординация и координация методов исследования, выяснение места и значения каждого из них во взаимосвязанном решении познавательных задач; принцип генеральной цели междисциплинарного исследования, которая позволит осуществить отбор необходимого комплекса дисциплин.

Содержательные: принцип представления знаний на основе разных концептуальных моделей (логические, структурные, продукционные); принцип представления основных понятий по математике в виде иерархической семантической модели (первый уровень описания – классы понятий; второй уровень описания – обобщенные понятия; третий уровень описания – элементарные понятия); принцип формализованного представления модели исследуемого процесса на основе интеграции и интерпретации знаний, относящихся к различным предметным областям; принцип визуализации основных понятий математики.

Процессуальные: принцип индивидуализации и дифференциации процесса обучения, выбор индивидуальной образовательной траектории; принцип усиления

личной мотивации обучения путём использования гибкой системы бонусов, учитывающих когнитивный стиль и эмоциональное состояние обучаемого; принцип визуализации изучаемых экономических процессов, включая наглядное представление скрытых в реальном мире процессов, наблюдение их в развистии, в пространственном движении с использованием технологий мультимедиа и гипермедиа; принцип формирования междисциплинарных знаний по математике на основе внедрения исторических справок в лекционный материал; решения задач с экономическим содержанием; выполнения систем творческих профессиональных задач; выполнения индивидуальных или групповых творческих проектов; проведения деловых игр; принцип осуществления многоуровневого контроля с обратной связью, с диагностикой и оценкой результатов учебной деятельности; самоконтроль и самокоррекция действий обучаемого.

Дистанционные: принцип многовариантности представления информации; принцип интерактивности обучения; принцип многократного повторения изучаемого материала; принцип структурирования контента и его модульности; принцип создания постоянно активной справочной системы; принцип самоконтроля учебных действий; принцип выстраивания индивидуальных образовательных траекторий; принцип конфиденциальности обучения.

Основные положения концепции:

Положение 1. Ведущей особенностью в организации обучения математике будущих экономистов является применение междисциплинарного подхода. В нашей интерпретации междисциплинарность не только отражает стремление к расширению дисциплинарных границ при изучении комплексных по своему характеру познавательных проблем, но выступает и как методологический базис системного изучения слабо структурированных областей знаний, в которых проявляются эффекты конвергенции науки и технологий.

Положение 2. Факторами, обуславливающими формирование междисциплинарных знаний по математике будущих экономистов в возрасте 18–20 лет, являются возрастной, мотивационный фактор и фактор индивидуального развития. Сформированность мотивации проявляется в активности студента в изучении математики и определяет содержание мотивационного компонента модели формирования МДЗ. С позиции возрастных особенностей (по В.Н. Дружинину) студенческий возраст считается наиболее сензитивным периодом для развития творческого мышления, опре-

деляющего возможность формирования междисциплинарных знаний и способности адаптации к новым жизненным и профессиональным обстоятельствам.

Положение 3. Формирование междисциплинарных понятий (знаний) в сознании обучаемых может состояться в том случае, если будет организована специальная познавательная деятельность:

1) по выделению существенных признаков, явлений, объектов, операций по сопоставлению и разграничению понятий, по установлению их содержания, объема и пр.;

2) по представлению знаний на основе разных концептуальных моделей (логических, структурных, продукционных);

3) по представлению основных понятий по математике в виде иерархической семантической модели (первый уровень описания – классы понятий; второй уровень описания – обобщенные понятия; третий уровень описания – элементарные понятия);

4) по формализованному представлению модели исследуемого процесса на основе интеграции и интерпретации знаний, относящихся к различным предметным областям.

Положение 4. В рамках индивидуально-ориентированного обучения, направленного на формирование междисциплинарных знаний, возникает необходимость в изменении каждого компонента методической системы обучения, а именно:

1) *трехкомпонентности целей обучения математике студентов вузов:* математикотeorетической (МТ), математикоприкладной (МП) и математикопинформационной (МИ), – направленных на достижение соответствующих целей;

2) акцентирование внимания на активные методы обучения: внедрение исторических справок в лекционный материал; решение задач с экономическим содержанием; выполнение систем творческих профессиональных задач; выполнение индивидуальных или групповых творческих проектов; проведение деловых игр.

Положение 5. Информационно-образовательная среда дистанционного обучения включает:

а) использование (при необходимости создание приложений) автоматизированных систем и соответствующих программных средств для статистической обработки и анализа результатов экспериментов;

б) использование электронных средств учебного назначения (в том числе электронных учебников и пособий);

в) использование автоматизированных обучающих систем с элементами мультимедийной поддержки;

г) использование программных средств для моделирования поведения и расчёта характеристик создаваемых экономических систем;

д) использование программных средств, поддерживающих методы активного обучения;

ж) обеспечение удалённого доступа обучающихся к распределённому образовательному ресурсу;

з) техническое и информационное обеспечение дистанционного обучения.

Модуль 3. Направления реализации концепции. Концепция обучения математике студентов на основе использования междисциплинарных знаний реализуется через разработку соответствующей методической системы на основе модели обучения [2]. В рамках настоящего исследования на основе сформулированной концепции разработана методическая система вузовского обучения математике на основе формирования междисциплинарных знаний.

Список литературы

1. Бурмистрова Н.А. Методическая система обучения математике будущих бакалавров направления «экономика» на основе компетентного подхода: автореф. дис. ... д-ра пед. наук. – Красноярск, 2011. – 42 с.
2. Надеждин Е.Н., Смирнова Е.Е. Идентификация межимодульных связей дидактической модели обучения информатике на основе системы одновременных уравнений // Информатизация образования и науки. – 2009. – № 3. – С. 73–81.
3. Смирнова Е.Е. Дидактическая модель процесса формирования умений творческой деятельности учителя информатики // Вестник Университета (Государственный университет управления). – 2006. – № 9. – С. 151–159.
4. Смирнова Е.Е. Психолого-педагогические условия формирования творческих способностей студентов при изучении общепрофессиональных дисциплин в техническом вузе // депон. рукопись. – № 1170-В2005. – 23.08.2005. – 28 с.

5. Строганова А.Н. Индивидуально-ориентированное обучение студентов вуза при переходе на федеральные государственные образовательные стандарты: автореф. дис. ... д-ра пед. наук. – СПб., 2011. – 41 с.

References

1. Burmistrova N. A. Methodical system of mathematics education of future bachelors direction «economy» on the basis of competence approach: author. dis. Prof. PED. Sciences. – Krasnoyarsk, 2011, pp. 42.
2. Nadezhdin E. N., Smirnova E. E. Identification of inter-module links the didactic model of teaching based on a system of simultaneous equations, Informati grouting of education and science, no. 3, 2009, pp. 73–81.
3. Smirnova E.E. Didactic model of the process of formation of skills of creative activity of teachers of Informatics, Bulletin of the University (State University of management), 2006, no. 9, pp. 151–159.
4. Smirnova E.E. Psycho-pedagogical conditions of formation of creative abilities of students in the study of General professional disciplines in a technical University, depon. manuscript. no. 1170-During 2005, 23.08.2005, pp. 28.
5. Stroganov, A. N. Individually-oriented training of students of the University in the Federal state educational standards: author. dis. Prof. PED. Sciences. St. Petersburg, 2011, pp. 41.

Рецензенты:

Заславская О.В., д.п.н., профессор, зав. лабораторией инновационных образовательных технологий Научно-исследовательского института образовательных технологий, НОО ВПО НП «ТИЭИ», г. Тула;

Чемоданова Д.И., д.п.н., профессор, зав. лабораторией Научно-исследовательского института образовательных технологий негосударственной образовательной организации высшего профессионального образования, г. Боллохово.

Работа поступила в редакцию 26.11.2014.

УДК 159.9

ДИНАМИКА СТРУКТУРЫ ПАТОЛОГИЧЕСКОГО КЛИМАКТЕРИЯ У ЖЕНЩИН ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ АКМЕОЛОГИЧЕСКОГО ТРЕНИНГА**¹Пахомов А.А., ¹Гайдуков С.Н., ²Белов В.Г., ³Парфенов Ю.А.,
³Нехвядович Э.А., ⁴Дьяконов М.М.**¹ГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, Санкт-Петербург, e-mail: my-internety@yandex.ru;²Санкт-Петербургский государственный институт психологии
и социальной работы, Санкт-Петербург;³Российская академия народного хозяйства и государственной службы,
Северо-Западный институт управления, Санкт-Петербург;⁴Санкт-Петербургский институт биорегуляции и геронтологии СЗО РАМН, Санкт-Петербург

Статья посвящена решению актуальной в современной медицине задачи изучения динамики структуры патологического климактерия у женщин при воздействии акмеологического тренинга. Показано, что неблагоприятное влияние патологического климактерия на здоровье женщин в возрасте пери- и постменопаузы диктует необходимость саногенетически обоснованной донозологической диагностики его латентной формы. Установлено, что у женщин климактерический период осложняется значительными патологическими проявлениями – нейровегетативными, обменноэндокринными, психоэмоциональными, которые проявляются значительными нейровегетативными и психоэмоциональными сдвигами. Выявлена структура саногенетических факторов патологического климактерия у женщин. Доказано, что сочетанное применение метода акмеологического тренинга совместно с препаратом цитофлавин является эффективным способом коррекции патологии психогенного регистра у женщин в возрасте пери- и постменопаузы в состоянии патологического климактерия.

Ключевые слова: менопауза, саногенез, акмеологический тренинг, цитофлавин**DYNAMICS OF STRUCTURE PATHOLOGICAL MENOPAUSAL FEMALES ON EXPOSURE AKMEOLOGICAL TRAINING****¹Pakhomov A.A., ¹Gaydukov S.N., ²Belov V.G., ³Parfenov Y.A.,
³Nekhvyadovich E.A., ⁴Dyakonov M.M.**¹St Petersburg State Pediatric Medical University, St. Petersburg, e-mail: my-internety@yandex.ru;²Saint-Petersburg State Institute of Psychology and Social Work, St. Petersburg;³The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration,
North-Western institute, Saint-Petersburg;⁴Saint-Petersburg institute of bioregulation and gerontology, Saint-Petersburg

Article is devoted to solving the actual problem in modern medicine to study the dynamics of pathological structures of menopause in women when exposed akmeological training and hormone replacement therapy. It is shown that an adverse effect on the health of the pathological climacteric women in perimenopause and menopause age necessitates sanogenetic justified its preclinical diagnosis of latent forms. Spotted sanogenetic structure factors of pathological menopause in women. It is proved that the combined use of the method in conjunction with the akmeological training and cytoflavin drug is an effective way of correction of pathology psychogenic register in women perimenopause and menopause in a state of pathological menopause.

Keywords: menopause, sanogenesis, akmeologicheskij training, cytoflavin

По данным ВОЗ, число женщин старше 45 лет к 2015 г. составит 46% [8]. Патологический климактерий, являясь предиктором ускоренного старения организма, несет большой риск развития ассоциированных с возрастом заболеваний и требует своевременной, патогенетически обоснованной коррекции. При патологическом течении климактерического периода у 65–70% женщин возникает климактерический синдром [4–8]. Установлено, что психоэмоциональные нарушения отмечают от 16 до 31% женщин менопаузального возраста [1, 7, 8, 9].

Важными факторами в развитии экстрагенитальной патологии у женщин в период климакса являются расстройства индивидуальной хроноадаптации, психотравмы, стрессы, особенности социального статуса (семейное положение, материальная обеспеченность, наличие работы, взаимоотношения с детьми, мужем, друзьями), самоуважение, жизненная удовлетворенность, качество сексуальных отношений (наличие партнера, нарушения в половой сфере), психические расстройства в анамнезе [4, 7, 8, 10, 11]. При этом хронобиологиче-

ские факторы могут либо способствовать адаптации женщины в переходный жизненный период, либо затруднять ее. Так, согласно некоторым исследованиям [5, 8, 9, 10] женщины с десинхронизмом подвержены более высокому риску развития психических расстройств в перименопаузальном периоде.

Неблагоприятное влияние патологического климактерия (ПК) на здоровье женщин в возрасте пери- и постменопаузы диктует необходимость саногенетически обоснованной донозологической диагностики его латентной формы, что является важной задачей профилактической медицины. Сложность ранней диагностики патологических проявлений климактерического периода, связанная со значительной индивидуальной вариабельностью показателей метаболизма гормонов, обуславливает необходимость совершенствования как методических, так и методологических принципов оценки симптоматики и построение модели ПК как в диагностическом, так и в прогностическом плане, а также разработки способов его коррекции.

Цель работы – выявить факторную структуру симптомокомплексов патологии психогенного регистра, ассоциированных с патологическим климактерием, и оценить их вклад в многомерные математико-статистические модели прогнозирования дезадаптации женщин среднего и пожилого возраста в состоянии патологического климактерия.

Материалы и методы исследования

В нашем исследовании также осуществлена оценка психосоматического статуса у 248 женщин. Из них первую группу ($n = 69$) составили женщины репродуктивного возраста 30–40 лет из числа сотрудников СПб ГБУЗ «Городская поликлиника № 91», проходящих ежегодное диспансерное наблюдение по месту работы; вторую группу ($n = 91$) – женщины в перименопаузальной фазе климактерия в возрасте 41–55 лет – пациентки СПб ГБУЗ «Городская поликлиника № 91».

Первый этап исследования был ориентирован на эпидемиологическую оценку состояния психического здоровья пациенток СПб ГБУЗ «Городская поликлиника № 91», а также на изучение феноменологии возрастных особенностей патологии психогенного регистра.

Второй этап работы был ориентирован на исследование [2, 3]:

- адаптационных способностей организма обследуемых пациенток и изучение эндогенной организации времени по методу Халберга и пространственно-временной организации хронотопа [Halberg F., 1982];
- соматических жалоб по данным Гиссенского опросника (суммарное давление жалоб) [Вейн А.М., 1998];
- показателей «тревожность» (по тесту Спилберга – Ханина) [Ханин Ю.Л., 1976], «настроение» и «вегетативный коэффициент» (по тесту М. Люшера) [Кречмер Э., 1998];

- степени выраженности клинических проявлений климактерического синдрома по менопаузальному индексу Куппермана в модификации Е.В. Уваровой [Сметник В.П., 2001];

- вегетативного тонуса по индексу Кердо и коэффициенту Хильдебранта [Вейн А.М., 1998];

- степени выраженности астенических расстройств по опроснику «Айовская шкала утомления» [Белов В.Г., 2007];

- радиоиммунологический метод исследования с использованием стандартных наборов фирмы TPS (США) для определения фолликулостимулирующего гормона, эстрадиола, лютеинизирующего гормона [Сметник В.П., 2001].

Третий этап исследования был посвящен исследованию факторной структуры симптомокомплексов патологии психогенного регистра и оценке их вклада в многомерные математико-статистические модели дезадаптации женщин разного возраста в состоянии патологического климактерия.

Четвертый этап исследования был посвящен оценке эффективности коррекции патологии психогенного регистра у женщин в возрасте пери- и постменопаузы в состоянии патологического климактерия техникой акмеологического тренинга (техника формирования навыков совладания (coping skills therapies), проводимой на базе кафедры психиатрии Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И. Мечникова (доц. А.А. Спикина) и направленной на оптимизацию функционального состояния и внутренней картины здоровья (ВКЗ), которая оценивалась по модифицированной методике ТОБОЛ [Вассерман Л.И. с соавт., 1987], и метаболическую терапию энергокорректором антиоксидантом цитофлавином по 2 табл. 2 раза в сутки с интервалом между приемами 8–10 ч в течение 25 дней.

Цитофлавин назначался с целью уменьшения выраженности вегетативных дисфункций и оптимизации когнитивных процессов (логическая, кратковременная, зрительная, ассоциативная память, концентрация внимания, скорость переработки информации, продуктивность) при проведении акмеологического тренинга.

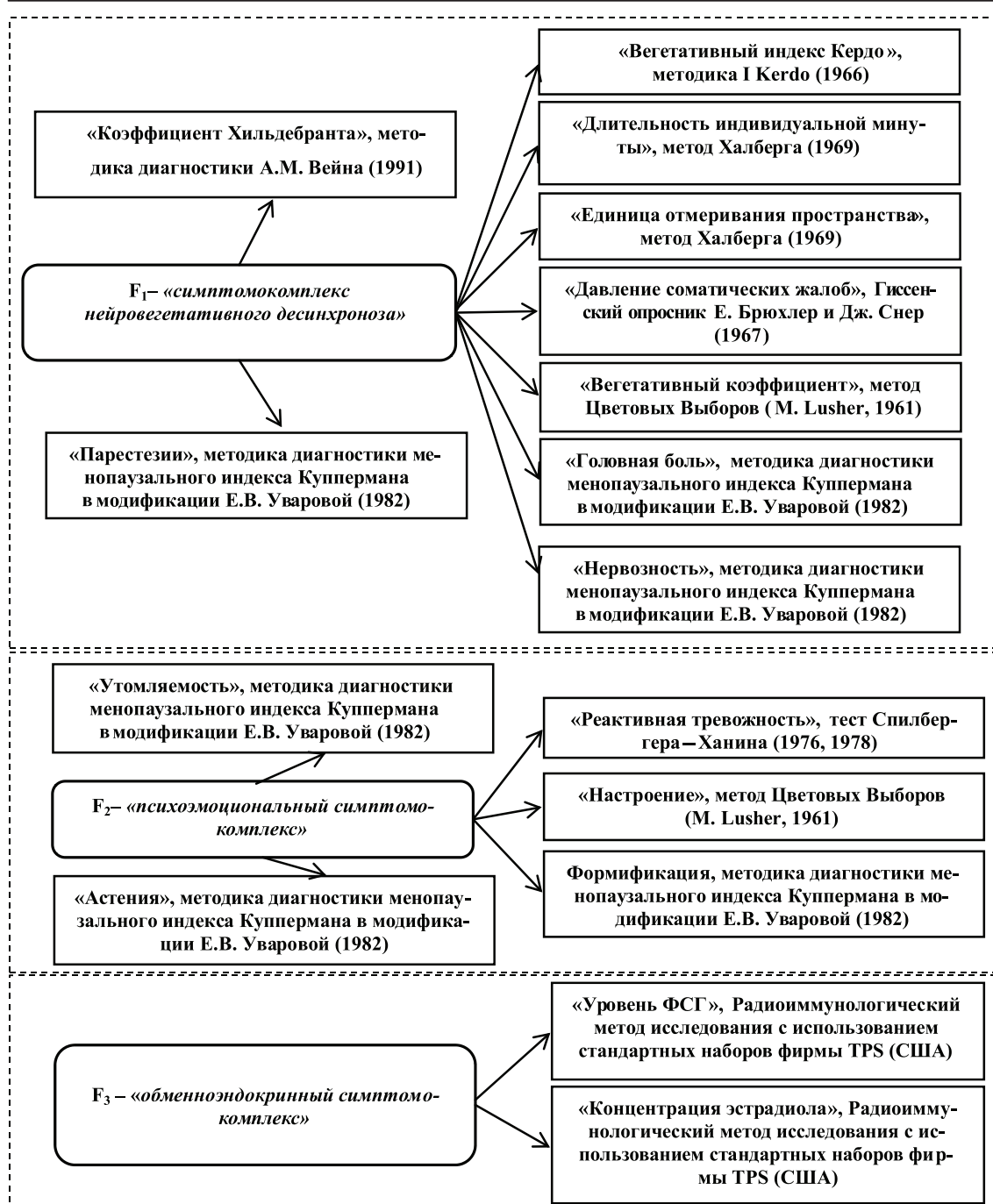
Статистическая обработка материала

Для статистической обработки исходных данных, полученных в ходе проведения исследования, использовали комплекс одномерных (расчет параметров вариации признаков, t-критерий Стьюдента; критерий Колмогорова – Смирнова для одной выборки; U-критерий Манна – Уитни; H-критерий Краскала – Уоллеса) и многомерных (корреляционный, факторный анализы) методов анализа данных по стандартным программам для ПК («Statistica 6.0») [Наследов А.Д., 2008, Ядов В.А., 2008].

Результаты исследования и их обсуждение

Факторная структура патологических проявлений климактерия у женщин в возрасте пери- и постменопаузы

Факторный анализ эмпирических данных выявил наличие 3 факторов, объясняющих 67,49% общей дисперсии характеристик патологического климактерия. Патофизиологическая характеристика факторов приводится ниже (рисунок).



Факторная структура патологического климактерия

В первый фактор (29,03 % общей дисперсии) вошли показатели, отражающие: длительность индивидуальной минуты (0,647427), оценку единицы отмеривания пространства (0,718745), давление соматических жалоб (0,786861), вегетативный коэффициент (0,724141), интенсивность головной боли (0,588745), показатель нервозности (0,886868), выраженность парестезий (0,907425), вегетативный

индекс Кердо (0,674987), коэффициент Хильдебранта (0,627424). Как видим, данный фактор можно определить как «симптомокомплекс нейровегетативного десинхроноза».

Во второй фактор (25,55 % дисперсии) вошли показатели, отражающие: реактивную тревожность (0,724244); настроение (0,949482); формификацию (0,744147), утомляемость (0,876868), астению

(0,542826). Данный фактор можно определить в целом как «психоэмоциональный симптомокомплекс».

Третий фактор (12,91% дисперсии) включает показатели уровня ФСТ (0,641202); концентрацию эстрадиола (0,720868). Данный фактор отражает «обменноэндокринный симптомокомплекс».

Таким образом, факторный анализ, проведенный методом главных компонент, позволил объединить 16 наиболее информативных патогенетически связанных критериев, входящих в три фактора, суммарная дисперсия которых, характеризующая полноту и достоверность их общности, составила 67,49%.

Динамика патологического климактерия в результате аутогенной психокоррекции

В ходе исследования было выявлено, что характер ответа на терапию в комбинации с психотерапией зависел от структуры

выявленного симптомокомплекса и варианта применяемой терапии. У пациенток первой терапевтической группы достоверное ($p < 0,05$) снижение выраженности патологической симптоматики отмечалось в факторах «обменноэндокринный симптомокомплекс» и «психоэмоциональный симптомокомплекс». В факторе «симптомокомплекс нейровегетативного десинхроноза» наблюдался сдвиг на уровне тенденций. Динамика состояния данных пациенток представлялась скорее позитивной (табл. 1).

У пациенток второй терапевтической группы отмечалось сходное с пациентками первой группы снижение выраженности патологической симптоматики в факторах «обменноэндокринный симптомокомплекс» и «психоэмоциональный симптомокомплекс» (табл. 2), однако в факторе «симптомокомплекс нейровегетативного десинхроноза» также наблюдался достоверный сдвиг.

Таблица 1

Факторная структура патологической симптоматики в группе пациенток первой терапевтической группы

Название фактора	Норма $m \pm x$	1-й контроль (до лечения) $m \pm x$	2-й контроль (после лечения) $m \pm x$	$p <$
Симптомокомплекс нейровегетативного десинхроноза	$35 \pm 3,4$	$28 \pm 0,1$	$31 \pm 0,3$	0,05
Психоэмоциональный симптомокомплекс	$38 \pm 2,6$	$29 \pm 0,6$	$37 \pm 0,1$	0,05
Обменноэндокринный симптомокомплекс	$43 \pm 6,3$	$24 \pm 0,2$	$30 \pm 0,7$	0,01

Таблица 2

Факторная структура патологической симптоматики в группе пациенток второй терапевтической группы

Название фактора	Норма $m \pm x$	1-й контроль (до лечения) $m \pm x$	2-й контроль (после лечения) $m \pm x$
Симптомокомплекс нейровегетативного десинхроноза	$36 \pm 3,3$	$27 \pm 0,3^*$	$38,9 \pm 0,4$
Психоэмоциональный симптомокомплекс	$37 \pm 2,8$	$31 \pm 0,4^*$	$42 \pm 0,5$
Обменноэндокринный симптомокомплекс	$43 \pm 6,2$	$21 \pm 0,6^{**}$	$43 \pm 0,3$

Примечания: * – достоверность различий между первым и вторым контролем ($p < 0,05$); ** – достоверность различий между первым и вторым контролем ($p < 0,01$).

Такое положение обусловлено спецификой патогенетически обоснованного применения дифференцированного подхода к использованию акмеологического тренинга с учетом специфики выявленных возрастных особенностей психогений у обследуемых женщин. Так, применение цитофлавина рекомендовано в качестве препарата, корректирующего астеническую симптоматику у женщин обследуемой группы.

Полученные результаты не противостоят ряду исследований [Плотников С.М., 1997, Серов В.Н., 2008], которые показали, что к началу менопаузального периода у женщины происходит «накопление повреждений», связанное с перенесенными заболеваниями, стрессами, оперативными вмешательствами. Высокая частота, большая интенсивность, продолжительность воздействия неблагоприятных факторов

обуславливают снижение ресурса здоровья и нарушают адаптационные механизмы, способствуя возникновению и развитию КС.

Как видно из представленных результатов исследования, у женщин климактерический период осложняется значительными патологическими проявлениями – нейровегетативными, обменноэндокринными, психоэмоциональными, которые проявляются значительными нейровегетативными и психоэмоциональными сдвигами. Как следствие этого, у женщин в климактерическом периоде существенно осложняется повседневная и социальная активность, затрудняется общение. Все обследованные женщины отмечали ухудшение качества жизни с наступлением климактерия. Предложенный способ коррекции вегетативных проявлений климактерического синдрома у женщин с использованием акмеологического тренинга и энергокорректора наряду с заместительной гормональной терапией позволяет, учитывая возраст женщины, уменьшить вегетативные проявления патологического климакса и компенсировать хроническую психоэмоциональную недостаточность. Одновременно отмечается положительное влияние на психоэмоциональные проявления патологического климактерия, существенно нарушающие качество жизни женщин. Учитывая то, что почти все обследованные ведут социально активный образ жизни, наиболее обоснованным и удобным был выбор акмеологического тренинга совместно с цитофлавином, позволяющий проводить амбулаторное лечение.

Заключение

Структура саногенетических факторов патологического климактерия у женщин в возрасте пери- и постменопаузы (41–66 лет) включает три системообразующих фактора: «симптомокомплекс нейровегетативного десинхрониза» (F_1 ; 29,03% общей дисперсии), «психоэмоциональный симптомокомплекс» (F_2 ; 25,55%), «обменноэндокринный симптомокомплекс» (F_3 ; 12,91%), суммарная дисперсия которых, характеризующая полноту и достоверность их общности, составляет 67,49%.

Сочетанное применение метода акмеологического тренинга совместно с препаратом цитофлавин является эффективным способом коррекции патологии психогенного регистра у женщин в возрасте пери- и постменопаузы (41–66 лет) в состоянии патологического климактерия.

Список литературы

1. Белов В.Г., Парфенов Ю.А. Психология кризисных ситуаций: учебное пособие / В.Г. Белов, Ю.А. Парфенов – СПб.: Невский институт управления и дизайна, 2010. – 175 с.
2. Диагностика здоровья. Психологический практикум / под ред. Г.С. Никифорова. – СПб.: Речь, 2013. – 950 с.
3. Наследов А.Д. Математические методы психологического исследования. Анализ и интерпретация данных. – М., 2004. – 388 с.

4. Белов В.Г. Здоровье как основа социально-психологической адаптации человека // Ученые записки СПбГИПСР. – СПб., 2007. – Вып. 1, Т. 1. – С. 44–48.

5. Здоровая личность. Коллективная монография / под ред. Г.С. Никифорова. – СПб.: Речь, 2013. – 400 с.

6. Кулганов В.А., Белов В.Г., Парфенов Ю.А. Основы клинической психологии. – СПб.: ПИТЕР, 2013. – 464 с.

7. Белов В.Г., Парфенов Ю.А., Пахомов А.А. Клинико-психофизиологические маркеры стрессустойчивости при невынашивании беременности // Вестник Российской военной-медицинской академии. – 2010. – № 4. – С. 68–72.

8. Пахомов А.А. Прогнозирование и коррекция патологии психогенного регистра у женщин среднего и пожилого возраста: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – СПб., 2011. – 26 с.

9. Пахомов А.А., Рухляда Н.Н. Особенности внутренней картины болезни у женщин с патологическим климактерием // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2011. – Т. 81. – № 11. – С. 117–123.

10. Пахомов А.А., Рухляда Н.Н., Бакина Н.Н., Чернов Д.А. Психофизиологические особенности женщин в климактерическом периоде // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2011. – Т. 80. – № 10. – С. 159–163.

11. Пахомов А.А. Патогенетические закономерности формирования внутренней картины болезни при различных вариантах когнитивной // Ученые записки Санкт-Петербургского государственного института психологии и социальной работы. – 2009. – Т. 11. – № 1. – С. 148–153.

References

1. Belov V.G., Parfenov Yu.A. Psychology of Crisis, Nevsky Institute of Management and Design, 2010, 175 p.
2. Nikiforov G.S. Health diagnosis. psychological workshop, Spb, 2013, 950 p.
3. Nasledov A.D. Mathematical methods of psychological research. Analysis and interpretation of data, 2004, 388 p.
4. Belov V.G. Health as the basis of socio-psychological adaptation of human/Scientific notes SPbGIPSR no. 1, pp. 44–48.
5. Nikiforov G.S. The health of individuals. collective monograph. 2013, 400 p.
6. Kulganov V.A., Belov V.G., Parfenov Yu.A. Foundations of Clinical Psychology, 2013, 464 p.
7. Belov V.G., Parfenov Yu.A., Pakhomov A.A. Clinico-physiological markers stressustoychivosti for miscarriage / Bulletin of the Russian Military Medical Academy // 2010, no. 4, pp. 68–72.
8. Pakhomov A.A. Prediction and correction of pathology psychogenic register women middle-aged and elderly, 2011, 26 p.
9. Pakhomov A.A., Rukhlyada N.N. Features internal picture of disease in women with pathological climacteric / Scientific notes University. PF Lesgafta // 2011, no. 11, pp. 117–123.
10. Pakhomov A.A., Rukhlyada N.N., Bakina N.N., Chemov D.A. Physiological characteristics of women in menopause / Scientific notes University. PF Lesgafta // 2011, no. 10, pp. 159–163.
11. Pakhomov A.A. Pathogenetic patterns forming the inner picture of the disease in different types of cognitive./ Scientific notes of Saint Petersburg State Institute of Psychology and Social Work // 2009, no. 1, pp. 148–153.

Рецензенты:

Сысоев В.Н., д.м.н., профессор кафедры психофизиологии, ВМедА им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург;

Кулганов В.А., д.м.н., профессор кафедры психологического консультирования, Санкт-Петербургский государственный институт психологии и социальной работы, г. Санкт-Петербург.

Работа поступила в редакцию 26.11.2014.

УДК 159.922.7

ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ УСПЕШНОЙ ШКОЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ ДЕТЕЙ С СИНДРОМОМ ДЕФИЦИТА ВНИМАНИЯ С ГИПЕРАКТИВНОСТЬЮ НА ИНДИВИДУАЛЬНОМ И СЕМЕЙНОМ УРОВНЯХ

Семакова Е.В.

ФГБОУ ВПО «Смоленский государственный университет», Смоленск, e-mail: rectorat@smolgu.ru

В статье представлена информация о разработанной многосторонней уровневой модели психологической помощи младшим школьникам, учитывающей начальный уровень эмоционально-личностной зрелости, характер психического онтогенеза, проявления и потенциал адаптивного поведения, а также условия окружающей среды. Модель реализуется на индивидуальном и семейном уровнях, посредством реализации разработанных программ сопровождения ребенка и его семьи (медико-психологическая экспертная система «Оценка и прогноз развития школьника»; «Система автоматизированной диагностики поведенческих особенностей и оценки условий развития ребенка»; «Структурно-динамическая модель развития креативности»; психологическая программа «Формирование благополучного родительства»). Эффективность программ измерялась посредством качественного и количественного анализа. Предлагаемая модель помощи получила высокую оценку и в этой связи рекомендована к реализации в целях профилактики школьной дезадаптации.

Ключевые слова: профилактика, школьная дезадаптация, синдром дефицита внимания и гиперактивности, индивидуальное сопровождение, семейное сопровождение

PSYCHOLOGICAL SUPPORT SUCCESSFUL ADAPTATION TO SCHOOL CHILDREN WITH ATTENTION DEFICIT DISORDER WITH HYPERACTIVITY AT THE INDIVIDUAL AND FAMILY LEVELS

Semakova E.V.

Smolensk state University, Smolensk, e-mail: rectorat@smolgu.ru

The article presents information developed multifactors level model of psychological help school children. It is taking start level of emotional and personal maturity, the nature of mental ontogenesis, manifestations and potential adaptive behavior, and environmental conditions. The model is implemented at the individual and family levels, through the implementation of developed programs to assist the child and his family (medical-psychological expert system «Estimation and prognosis of the development of the pupil»; «a system for the automated diagnosis of behavioral characteristics and conditions of the development of the child»; «Structural-dynamic model of creativity»; the psychological program «Formation of successful parenting»). Programs effectiveness was measured through qualitative and quantitative analysis. The proposed model of care was highly appreciated and in this regard recommended for implementation in order to prevent school disadaptation.

Keywords: prevention, school disadaptation, attention deficit and hyperactivity disorder, personal support, family support

Начало обучения в школе – один из наиболее сложных и ответственных моментов в жизни детей как в социально-психологическом, так и в физиологическом плане. Изменяется вся жизнь ребёнка: всё подчиняется учёбе и школе. Это очень напряжённый период, прежде всего потому, что школа с первых же дней ставит перед учениками целый ряд задач, не связанных непосредственно с их прежним опытом, требует максимальной мобилизации интеллектуальных и физических сил [4].

Уже на ранних этапах обучения у значительного числа детей отмечаются трудности усвоения знаний и правил школьного поведения. Проблемы поведенческих расстройств инициируются особенностями индивидуально-личностных характеристик ребенка, в том числе и различными форма-

ми дизонтогенеза. Так, достаточно часто (4,7%, данные собственных исследований), синдром дефицита внимания с гиперактивностью (СДВГ) в условиях воздействия стрессоров является непосредственной причиной психологической дезадаптации ребенка в условиях социальной среды. Проявления дезадаптивного поведения могут быть различны. Это формирование личностного варианта школьной дезадаптации, различные формы аддиктивного и деликвентного поведения и др. [3].

Существующее в настоящее время сопровождение младшего школьника не дает возможности предотвращения развития школьной дезадаптации и закрепления деструктивных форм поведения. Поэтому правильная организация среды ребенка, как в школе, так и в домашних условиях,

с учетом его потенциала, как эмоционального, когнитивного и др., так и креативного, является одной из приоритетных задач современного педагога-психолога общеобразовательного учреждения [1; 5]. Именно многосторонняя помощь различных специалистов на междисциплинарном уровне в этот период развития является залогом успешности адаптационного процесса ребенка и социализации его в школе и обществе [2]. Таким образом, назрела необходимость создания комплексной модели помощи детям в начальной школе, что и послужило целью нашего исследования. В этой связи нами был решен ряд научно-практических задач:

- 1) разработка многосторонней уровневой модели психологической помощи младшим школьникам, учитывающей начальный уровень эмоционально-личностной зрелости, характер психического онтогенеза, проявления и потенциал адаптивного поведения, а также условия окружающей среды;
- 2) практическая реализация модели и оценка ее эффективности.

Материалы и методы исследования

Для разработки многоуровневой модели психологического сопровождения младшего школьника нами было реализовано многоцентровое исследование. Для этого в 10 городах, областных и районных центрах Российской Федерации – Андреаполь (Тверская обл.), Калуга, Кемерово, Рославль (Смоленская обл.), Сафонов (Смоленская обл.), Сергиев Посад (Московская обл.), Смоленск, Череповец, Якутск, Ярославль – было проведено комплексное исследование семей с детьми 7–10 лет (1615 человек). Полученные в эпидемиологическом исследовании сведения (после обработки анкет только 573 из них оказались полностью пригодными для исследования) помогли нам изучить особенности поведения детей младшего школьного возраста (основная группа исследования – 27 человек – дети с СДВГ и контрольная группа – 546 человек – дети без СДВГ), особенности их семей и детско-родительских отношений, которые более углубленно были изучены на расширенной группе (127 семей с детьми с СДВГ и 130 семей с детьми без СДВГ).

Полученные в результате исследования данные помогли нам в создании многокомпонентной модели развития ребенка с СДВГ, учитывающей влияние различных факторов. В соответствии с этим были разработаны различные программы психологического сопровождения таких детей, реализуемые на различных уровнях. Проверка эффективности программ проводилась в практических условиях. Разработанные программы хорошо себя зарекомендовали и теперь реализуются в учреждениях, оказывающих медико-психолого-педагогическую и социальную помощь на территории Российской Федерации и Республики Беларусь.

Итак, остановимся более подробно на разработанных нами программах и оценке их эффективности.

Программы для ЭВМ: Медико-психологическая экспертная система «Оценка и прогноз развития школьника». Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2012614196,

12.05.2012 (А.А. Усков, С.П. Иванов, Е.В. Семакова); «Система автоматизированной диагностики поведенческих особенностей и оценки условий развития ребенка». Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2012619258, 12.10.2012 (Е.В. Семакова), создавались на основе данных о 573 детях и их семьях, и показали, что вероятность составления правильного прогноза в выдаваемом заключении более 95% (статистически достоверно с $p < 0,05$).

При создании модели сопровождения развития детей с СДВГ в условиях школьной среды посредством активизации креативного потенциала («Структурно-динамическая модель развития креативности» (Т.С. Скрипка, Е.В. Семакова) нами была определена специфика психолого-педагогического сопровождения таких детей. По результатам предыдущих исследований (в исследовании приняли участие 130 детей без СДВГ и 127 детей с СДВГ) нами было установлено: количественные проявления креативности не зависят от наличия или отсутствия СДВГ; учащиеся с СДВГ имеют искажения личностных смыслов, конфронтирующие с ценностями камертонной культуры (что демонстрируется в нарушении границ стимульного поля – при СДВГ у 112 (88%) детей, без СДВГ у – 69 (53%), что встречается значимо чаще именно в первой группе ($\chi^2 = 38,03$, при $p < 0,005$); и преобладании в рисунках маргинального или асоциального характера личностных смыслов (при СДВГ данные проявления встречаются у 103 (81%) детей, без СДВГ – у 56 (43%), что демонстрирует доминирование этих проявлений у детей с СДВГ ($\chi^2 = 38,37$, при $p < 0,005$)), а также сложности произвольной регуляции учебной деятельности, что требует формирования личностных смыслов учащихся, адекватных ценностям культуры, а также развития произвольности и осознанности деятельности.

Программа «Формирование благополучного родительства» (Е.В. Семакова) была апробирована на 233 семьях, которые разделялись на две референтные группы (семьи с высоким уровнем ДРО – 174 (74%) и семьи со средним (16%) и низким (10%) – у 59).

В результате анализа 233 случаев психологического сопровождения было установлено:

- в первой группе за время лонгитюдного наблюдения в течение 6 мес. случаев возникновения проблем в понимании родителями детей, появления деструктивных форм детско-родительского взаимодействия не регистрировалось;
- во второй группе (наблюдение также осуществлялось на протяжении 6 мес) отмечено уменьшение уровня тревожности у детей ($\chi^2 = 106,34$, $p < 0,05$) и их матерей (реактивная тревожность $\chi^2 = 24,19$, личностная тревожность $\chi^2 = 89,09$, $p < 0,05$), а также переход на более высокий уровень детско-родительских отношений. Соответственно распределение 233 семей по уровню ДРО по окончании реализации программы выглядело следующим образом: высокий уровень ДРО в 217 (93%) семьях, средний – в 16 (7%), низкий уровень ДРО не регистрировался.

Результаты исследования и их обсуждение

Идентифицированные в исследовательской части работы проблемы (индивидуальные характеристики, дисгармо-

нические детско-родительские отношения) указали на необходимость организации профилактических мероприятий на нескольких уровнях.

Детский (индивидуальный) уровень психологической помощи реализуется:

- Непосредственным привлечением ребенка к обследованию с использованием программ для ЭВМ.

- Организацией образовательной среды.

Разработанные нами программы ЭВМ: Медико-психологическая экспертная система «Оценка и прогноз развития школьника» и «Система автоматизированной диагностики поведенческих особенностей и оценки условий развития ребенка» позволяют:

1. Своевременно выявлять проблемы развития ребенка.

2. Выделять факторы предрасположения и неблагоприятия развития.

3. Предупреждать развитие дезадаптивных форм поведения у школьников.

4. Прогнозировать психологическую адаптацию / дезадаптацию детей.

5. Снизить уровень рисков развития синдрома дефицита внимания и гиперактивности и других форм отклоняющегося поведения.

6. Проводить эпидемиологический анализ и учет дезадаптивных форм поведения.

7. Обеспечить лонгитюдное наблюдение за включенными в систему детьми.

8. Своевременно рекомендовать к проведению комплекс мер медико-психологического характера, направленных на оптимизацию развития, социализацию детей.

Организация образовательного пространства посредством реализации «Структурно-динамической модели сопровождения развития креативности» позволяет:

1. Информировать, заинтересовывать и мотивировать учителей к активному вовлечению школьников с СДВГ в учебный процесс с учетом их индивидуально-личностных характеристик посредством реализации учителем собственного творческого потенциала.

2. Диагностировать уровень развития креативности учащихся, рассматривать взаимосвязь креативности и сигнификации. Развивать креативность учащегося.

3. Формировать адаптивное поведение ребенка в школьной среде.

4. Способствовать реализации современной концепции модернизации образования.

5. Создавать оптимальные условия для освоения школьных знаний.

6. Предупреждать развитие деструктивных форм поведения и развития школьной дезадаптации.

Семейный уровень психологической помощи реализуется:

- посредством гармонизации детско-родительских отношений при реализации программы «Формирование благополучного родительства».

Данная программа позволяет:

- Повышать ценность семьи в полноценном развитии личности ребенка и предупреждать формирование девиантного родительства.

- Реализовывать психологическое сопровождение детско-родительского взаимодействия.

- Обеспечивать развитие функциональных форм детско-родительского взаимодействия.

- Создавать условия для сохранения и укрепления психического здоровья детей.

- Способствовать развитию гармоничной личности ребенка.

- Формировать и закреплять у ребенка адаптивное поведение.

Заключение

Всесторонняя помощь в развитии ребенка означает создание таких условий, при которых его физиологические, эмоциональные и интеллектуальные потребности будут удовлетворяться в достаточной мере и на необходимом качественном уровне. Результат такого психологического сопровождения – здоровье ребенка, его счастье и благополучие.

Многолетний клинический и психолого-педагогический опыт автора позволил разработать различные формы мероприятий в сфере психологического сопровождения школьников с синдромом дефицита внимания с гиперактивностью в различных условиях окружающей среды (образовательной, семейной) и рекомендовать их реализацию на различных уровнях (детский и семейный). Предлагаемые формы психологического сопровождения школьника должны стать фундаментом в профилактике школьной дезадаптации посредством формирования адаптивного поведения и создания условий для развития гармоничной личности.

Предлагаемые мероприятия, создавая фундаментальную основу, будут способствовать успешной реализации образовательного процесса, что позволит достигать наивысшего возможного уровня школьной адаптации у детей с синдромом дефицита внимания с гиперактивностью.

Список литературы

1. Дружинин В.Н. Психология общих способностей. – СПб.: Питер, 2007. – 368 с.
2. Макарова И.Ю., Семакова Е.В. Психология родительства и репродуктивного здоровья. – Смоленск: Изд-во СмолГУ, 2013. – 232 с.
3. Никишина В.Б., Баркова В.Л. Синдром дефицита внимания с гиперактивностью: регуляторно поведенческий аспект. – Курск: РГСУ – Союз, 2008. – 200 с.
4. Семакова Е.В. Развитие младшего школьника с синдромом гиперактивности и дефицита внимания в условиях влияния факторов ближайшего окружения // Вестник Тамбовского университета. – 2011. – № 7 (99). – С. 114–118.
5. Теория и практика семейной психологии: монография / Н.В. Нозикова, В.Н. Бутырин, Н.А. Строгова [и др.] / под общ. ред. Н.В. Шкроб. Сиб. федер. ун-т; Краснояр. гос. пед. ун-т [и др.]. – Красноярск, 2013. – 196 с.

References

1. Druginin V.N. Psihologiya obschih sposobnostei. Saint-Petersburg, 2007. 368 p.
2. Makarova I.YU., Semakova E.V. Psihologiya roditelstva i reproduktivnoho zdorovya. Smolensk, 2013. 232 p.

3. Nikishina V.B. Sindrom deficit vnimaniya s hiperaktivnostiyu: kriterialno-dagnosticheskiy aspekt // Social politic and sociology. Kursk, 2013. no. 1, pp. 141–148.

4. Semakova E.V. Razvitie mladshogo shkolnika s cindromom giperaktivnosti i dephicita vnimaniya v usloviyah vliyaniya faktorov bligaishego // Journal of Vestnik Tambovskogo University, 2011. no. 7 (99). pp. 114–118.

5. Teoriya i praktika semeynoy psihologii. N.V. Nozokova, V.N. Butirin, N.A. Strogova et all. Krasnoyarsk, 2013. 196 p.

Рецензенты:

Игумнов С.А., д.м.н., профессор кафедры реабилитации УО «Государственный институт управления и социальных технологий Белорусского государственного университета», г. Минск;

Бурыкина М.Ю., д.псх.н., профессор кафедры педагогики и социального образования, ФГБОУ ВПО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского», г. Брянск.

Работа поступила в редакцию 28.11.2014.

УДК 94(571.120)

МАТЕРИАЛЫ ИЗБИРАТЕЛЬНЫХ КОМИССИЙ 1923–1929 ГГ. СОВЕТОВ РАБОЧИХ, КРЕСТЬЯНСКИХ И КРАСНОАРМЕЙСКИХ ДЕПУТАТОВ ТЮМЕНСКОГО ОКРУГА КАК ИСТОЧНИК**Скипина И.В.***ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный университет», Тюмень, e-mail: ISkipina@mail.ru*

В статье на основе материалов избирательных комиссий рассматривается процесс формирования советского аппарата управления и ликвидации чрезвычайных революционных органов. В 1923–1929 гг. проходили регулярные выборы в местные советы рабочих, крестьянских и красноармейских депутатов. В документах избирательных кампаний указывались сроки проведения выборов, регламентировалась процедура формирования избирательных комиссий, приводились данные о выделении средств на издание пропагандистской литературы, листовок, агитационных брошюр, материалов по разъяснению вопросов законодательства, велся учет избирателей и лиц, лишенных избирательных прав. Итоги выборов в советы свидетельствовали о том, что ростки местного самоуправления, появившиеся в начале 1920-х гг., со временем оказались подавленными административным нажимом и идеологическим воздействием большевиков, что особенно проявилось в 1929 г., то есть ко времени свертывания НЭПа.

Ключевые слова: избирательные комиссии 1923–1929 гг., советы рабочих, крестьянских и красноармейских депутатов, лишенные избирательных прав, выборы, избирательные кампании

**MATERIALS OF ELECTION COMMISSIONS (1923–1929).
THE SOVIETS OF WORKERS', PEASANTS ' AND RED ARMY DEPUTIES
OF THE TYUMEN REGION AS THE SOURCE****Skipina I.V.***Federal State Educational Establishment of high professional education Tyumen state University,
Tyumen, e-mail: ISkipina@mail.ru*

In article on the basis of materials of election commissions considered the formation of the Soviet administration and liquidation of emergency revolutionary bodies. In 1923–1929, held regular elections to local Soviets of workers', peasants ' and red army deputies. In the documents of the polling companies indicated the timing of the election, regulated the procedure of formation of election commissions, provided details on the allocation of funds for the publication of promotional literature, flyers, promotional brochures, materials on the interpretation of legislation, kept record of voters and persons deprived of voting rights. The results of the elections to the councils testified that the sprouts of local government, appeared in the early 1920s, over time, proved to be depressed administrative pressure and ideological influence of the Bolsheviks, which was especially manifested in 1929, that is, to the clotting time of the NEP.

Keywords: election Commission 1923-1929, the Soviets of workers, peasants and red army deputies, who are deprived of voting rights, elections, election campaign

В 1923 г. местные власти приступили к формированию советского аппарата управления и ликвидации чрезвычайных революционных органов. Система управления на местах складывалась в форме выборных советов рабочих, красноармейских и крестьянских депутатов. В Тюменском государственном архиве сохранились материалы избирательных кампаний 1923–1929 гг., свидетельствующие о том, что выборы проводились под руководством большевиков в соответствии с инструкциями, «спущенными» из Уральской областной избирательной комиссии, так как Тюменский округ входил в состав Уральской области. Избирательные кампании проводились в соответствии с планом, тщательно готовились и контролировались местными властями. По мере свертывания НЭПа партийное влияние на советы росло, а их само-

стоятельность значения сужалась. К 1929 г. советы оказались полностью под влиянием большевиков, это привело к тому, что решение любых вопросов местного значения в итоге приобретало политический оттенок.

В соответствии с Конституцией прямые выборы в местные советы устанавливались только для сельских и городских советов и формировались в городах из расчета 1 депутат на 1 тыс. человек, но не менее 50 и не более 1000 членов. В сельской местности депутаты выбирались из расчета 1 депутат на каждые 100 человек, но не менее 3 и не более 50 на каждый совет. Особое внимание уделялось организационно-технической подготовке кампаний. В документах тщательно разрабатывались вопросы сроков проведения кампаний, формирования избирательных комиссий всех уровней, выделения средств на издание пропагандистской

литературы, листовок, агитационных брошюр, материалов по разъяснению вопросов законодательства. На местах проводилась работа по уточнению списков избирателей и лиц, лишенных избирательных прав. Важным документом избирательных комиссий являются сводные таблицы донесений избиркомов, содержащие сведения о ходе проведения кампании по выборам в местные советы, включавшие сведения о проведении как агитационных, так и отчетных мероприятий. Самым полным таким документом являются сводные ведомости Тюменской окружной избирательной комиссии, представляемые в Уральскую областную избирательную комиссию. Несомненно, что территориальные избирательные комиссии городов и сельских поселений Тюменского округа, представлявшие свои сводные таблицы о проведенных мероприятиях, являлись источником, составленным непосредственно на местах и отражающим ситуацию самым детальным образом. Тюменская окружная избирательная комиссия требовала заполнения статистической отчетности по единым бланкам, включавшим данные о количестве избирателей, с указанием пола и партийной принадлежности избирателей, составлялись и поименные списки граждан, лишенных избирательных прав. Тюменский окружной избирком регулярно отчитывался перед избирательной комиссией Уральской области о своей работе.

Материалы избирательных комиссий свидетельствуют, что избирательные кампании соответствовали требованиям инструкций вышестоящих избиркомов. В соответствии с инструкциями кандидаты в депутаты выдвигались на общих собраниях, в большинстве случаев это были коммунисты, выходцы из пролетариев либо крестьянской бедноты. В законодательстве появилась категория граждан, лишенных избирательных прав, к которой относили кулаков, владельцев предприятий, торговцев, участников белого движения, царских чиновников и военных, церковнослужителей. Высшим органом власти в территории являлся выборный орган – Тюменский окружной съезд советов Совета Уральской области, состоящий из представителей территорий. Первый Тюменский окружной съезд советов состоялся 26 ноября 1923 г. [1]. Вышестоящим для него являлся Совет Уральской области, куда входил Тюменский округ. Преимущество для занятия выборных должностей имели рабочие и коммунисты, что способствовало усилению партийного контроля деятельности советов и их исполкомов.

В середине 1920-х гг. местные власти взяли на вооружение лозунг «Лицом к де-

ревне!», который предполагал усиление сельсоветов за счет укрепления в них позиции беднейшего крестьянства. Активность местных советов росла в период перевыборов, когда было необходимо привлечь население на избирательные участки, но явная зависимость властей от партийного влияния ослабляла интерес к избирательным кампаниям. В Уральской области в 1923 г. только 41 % избирателей принял участие в перевыборах советов, а в 1924 г. он уменьшился до 39,3 %. В сельских районах показатель участия населения в выборах был ниже среднего по округу. Особое место в региональной политике занимали граждане, лишенные избирательных прав, многие из них подавали заявления о восстановлении в правах, что при положительном решении вопроса создавало базу для возможного повышения избирательной активности [3, л. 14]. Протоколы собраний граждан, проходивших в ходе выборов, свидетельствовали, что население не устраивало навязывание им кандидатов в депутаты, номенклатурный принцип назначения и смещения руководящих кадров, рост численности и удорожание советского аппарата. По итогам избирательной кампании 1924 г. были сформированы местные советы, перед которыми власти поставили задачу усиления «живой связи» с массами.

Второй тюменский окружной съезд советов состоялся 26 ноября – 2 декабря 1924 г., на нем от депутатов потребовали оживления работы с населением: организации встреч, выездов в территории, обеспечения оперативной связи с городом, вовлечения деревенских бедняков и женщин в советскую работу. Последующие выборы регулировались Постановлением ЦИК СССР от 2 октября 1925 г. «О порядке выборов в советы и съезды советов» и «Инструкцией о выборах городских и сельских советов и о созыве съездов советов», утвержденной Президиумом ВЦИК от 4 ноября 1926 года. Избирательного права теперь не лишались крестьяне, кустари и ремесленники, применявшие наемный труд одного взрослого работника или двух во время уборки урожая, мелкие торговцы, вспомогательный персонал церквей, для которого эта деятельность не была источником основного дохода, бывшие участники белого движения, оказавшиеся в рядах противников советской власти по мобилизациям. Получили избирательные права члены семей лишенцев, не зависящие от них материально, а также лица, получающие проценты с трудовых вкладов и облигаций при условии, что эти доходы не являлись основным источником их существования, представители свободных профессий, занятые обществен-

но полезным трудом. Выборы рекомендовали проводить в праздничные или выходные дни, наиболее благоприятные для населения. Организация выборов и созыв съездов советов входили в круг обязанностей исполнительных комитетов местных советов. Наиболее удобным временем для избирательных кампаний считали позднюю осень, зиму и раннюю весну, то есть время, когда люди были меньше заняты сельхозработами. Выдвижение кандидатов проходило на собраниях коллективов предприятий, колхозов, учреждений и общественных организаций. Голосовали по отдельности за каждого кандидата. Случалось и голосование «списками», но этот способ являлся нарушением. Имели место, особенно в сельской местности, выдвижения альтернативных кандидатов, что не приветствовалось избирательными комиссиями. Складывалась практика предварительного согласования кандидатур будущих депутатов и делегатов съездов советов в партийных инстанциях, так исключали возможность прохождения в совет граждан, не проверенных на лояльность властям. В этом отношении выборная кампания 1926 г. стала настоящей ареной политической борьбы за избирателя под лозунгом «Изоляция кулачества!». Зажиточные слои деревни активно участвовали в кампании: посещали собрания, критиковали кандидатов из числа партийцев, комсомольцев, спаивали бедноту, стараясь провести в сельсоветы своих людей. Одновременно отмечалось пассивное отношение к выборам в советы со стороны бедняков. Ставка властей на привлечение беспартийных крестьян в низовые звенья управления привела к тому, что в местных сельсоветах выросло число граждан среднего и выше среднего достатка. Сложившейся ситуацией в руководстве были недовольны и заговорили о «неправильности сокращения числа» лишенцев.

Избирательная кампания 1927 г. прошла под лозунгом антикулацкой направленности. Итоги кампании 1927 г. в целом удовлетворили руководство, хотя явка на выборы не стала массовой. Отчеты избирательной комиссии 1927 г. по Тюменскому округу свидетельствовали: из 214298 избирателей пришли 104066 человек, или 48,6% от общего числа. На выборах победили бедняки и середняки, многие из которых являлись коммунистами. Так, если в предыдущих выборах в составе сельских советов было 12% коммунистов, то в 1927 г. – 15%. Всего по округу было избрано 4577 депутатов разных уровней, из них в Тюменский горсовет был избран 201 депутат, в Ялуторовский – 49 депутатов. В выборной кам-

пании в Тюменский горсовет приняли участие 10442 человека, что составило 45,9% из общего числа избирателей, то есть явка в Тюмени оказалась ниже, чем в целом по округу. По социальному составу Тюменский горсовет представляли 99 рабочих, что составило 49,4% от общего числа депутатов, 86 служащих, 5 домашних хозяек, 4 ремесленника и кустаря, четверо крестьян, по одному учащемуся, красноармейцу и представителю трудовой интеллигенции. В то же время 6985 человек в Тюменском округе были лишены избирательных прав [3, л. 34–38]. Их списки помещали на видном месте в сельсоветах и на избирательных участках, публиковали в тюменской окружной газете «Красное знамя». Работа некоторых депутатов не всегда удовлетворяла население, поэтому 137 из них были лишены мандатов [3, л. 49]. В составе советов увеличилась прослойка бедняков до 29,83%, число середняков уменьшилось до 53,33%, количество зажиточных членов в советах осталось на прежнем уровне. Остро стоял вопрос о вовлечении женщин в советскую работу, так как «женщина лучше знает о недостатках, и она практичнее сумеет подойти к их ликвидации» [5, с. 2]. Тюменские делегаты участвовали в VI областном съезде советов Урала, состоявшемся 28 марта 1927 г. в Свердловске. Они подтвердили верность курсу индустриализации и кооперирования сельского хозяйства, провозглашенному руководством страны. Отчеты о деятельности съезда свидетельствуют: властям удалось приблизить аппарат управления к населению, увеличив число сельсоветов в Тюменском округе с 311 в 1924 г. до 331 в 1927 г. Во второй половине 1920-х гг. становилось все очевиднее, что деятельность советов становится все более зависимой не от экономических, а от идеологических принципов, что подрывало доверие к советам: крестьяне отказывались платить налоги, укрывали хлеб, сокращали посевные площади, а рабочие из-за его нехватки и дороговизны все чаще проявляли недовольство низкой заработной платой. В сложившихся условиях перевыборам советов придавалось важнейшее политическое значение.

Политбюро ЦК ВКП (б) в декабре 1928 г. потребовало ужесточить контроль проведения избирательной кампании из-за обострения классовой борьбы, полностью изолировать от выборов кулачество, нэпманов и антисоветские элементы. С 1 декабря 1928 г. по 10 января 1929 г. советы Тюменского округа подвели итоги своей работы, представленная ими отчетная документация свидетельствовала, что имел место

не только положительный опыт, но и факты отзыва депутатов избирателями. За период с весны 1927 г. до весны 1929 г. было отозвано 137 депутатов Тюменского округа разных уровней. Из них 124 депутата сельсовета и 13 депутатов Тюменского горсовета: Одних отозвали из-за пассивности, других – за недостойное поведение. В октябре 1928 г. провели окружное совещание секретарей избирательных комиссий советов всех уровней. Представители советов призывали не повторять ошибок предшествующих кампаний, когда было допущено включение в списки лиц, лишенных права голоса. Наркомат юстиции потребовал от работников суда и прокуратуры осуществлять жесткий контроль применения инструкций о выборах в Советы в части составления списков граждан, лишенных прав голоса.

Перед избирательными комиссиями поставили задачу «метлой отмести от выборной кампании весь нэпмановский антисоветский элемент: кулаков, торговцев, эксплуататоров, попов, бывших полицейских!» [6, с. 2–3]. В Тюменском округе, судя по данным отчетов избирательных комиссий, отчетно-выборная кампания, прошедшая с 11 января по 20 марта 1929 г., состоялась под лозунгом «оживления советов», вовлечения трудящихся в социалистическое строительство, укрепления их союза с середняком. Организаторы делали все возможное для укрепления «рабочего ядра» в советах. Власти требовали от избирательных комиссий организации отчетных собраний, а для обеспечения стопроцентной явки избирателей призывали дни выборов сделать праздничными. Накануне выборов устраивали факельные шествия, карнавалы, ездили на лошадях с флагами и лозунгами. В отчете Тюменского окрисполкома за 25 февраля 1929 г. отмечалось, что из 225641 избирателей в выборах участвовали 168644 человека, что составило 74,7% их от общего числа. Крестьяне составили 90,9% общего числа избирателей, рабочие – 6,4%, служащие и прочие категории граждан – 2,7%. Выросла активность женщин: если в 1927 г. из них приняли участие в голосовании 42%, то в 1929 г. – 56,52% [3, л. 34–37]. В Тюменском округе в 1929 г. число лишенцев выросло до 7968 человек. По отношению ко всем избирателям округа они составили около 3,3%. В основном это были сельские жители, их число составило в 1929 г. 5701 человек [2, л. 6]. Власти, несмотря на желание отгородиться от недовольных граждан, предостерегали,

что лишение избирательных прав является крайней мерой, требуя рассматривать жалобы на необоснованное лишение избирательных прав прокуратурой.

Новые перевыборы в Тюменском округе прошли весной 1930 года. Из 212975 избирателей явились 147568, что составило 69,3% от их числа, это было несколько меньше показателя 1929 г. Число лишенцев в 1930 г. увеличилось до 12498 человек. Деятельность данного депутатского корпуса продолжалась до лета 1930 г. Постановлением ВЦИК СНК СССР от 8 августа 1930 г. Тюменский округ упразднился с 1 октября того же года, и основной административной единицей стали районы [4, л. 100].

Советский аппарат управления, избираемый населением, являлся низовой руководящей ступенью, и он все больше попадал под влияние партийных инстанций, которым принадлежало право принимать определяющие решения. По мере свертывания НЭПа самостоятельность советов в решении вопросов местного самоуправления уменьшилась, а партийное влияние выросло. Ростки местного самоуправления, появившиеся в 1920-е гг., оказались подавленными административным нажимом и идеологическим воздействием большевиков.

Список литературы

1. ГБУТО ГАТО (ГБУТО «Государственный архив Тюменской области»). Ф. Р-4. Оп.1. Д.4.
2. ГБУТО ГАТО. Ф. Р-4. Оп.1. Д. 878.
3. ГБУТО ГАТО. Ф. Р-4. Оп.1. Д. 879.
4. ГБУТО ГАТО. Ф.Р-4. Оп. 1. Д. 1806.
5. Красное знамя. 1926. 29 окт.
6. Красное знамя. 1928. 4 декабря.

References

1. GBOTO GATO (GBOTO «Gosudarstvenny archive of the Tyumen region»). F. R-4. Op.1. D. 4.
2. GBOTO GATO. F. R.-4. Op.1. D. 878.
3. GBOTO GATO. F. R.-4. Op.1. D. 879
4. GBOTO GATO. F. R.-4. Op. 1. D. 1806.
5. The red flag. 1926. 29 Oct.
6. The red flag. 1928. 4 December.

Рецензенты:

Кружинов В.М., д.и.н., профессор кафедры отечественной истории, Тюменский государственный университет, г. Тюмень

Петрова В.П., д.и.н., профессор документоведения и документационного обеспечения управления, Тюменский государственный университет, г. Тюмень.

Работа поступила в редакцию 28.11.2014.

УДК 81.33

ТЕКСТОВОЕ ПРОСТРАНСТВО МНОГОЗНАЧНОГО ПРОИЗВОДНОГО СЛОВА

¹Араева Л.А., ²Евсеева И.В.

¹ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет», Кемерово, e-mail: araeva@list.ru;

²ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, e-mail: ivevseeva@yandex.ru

Настоящее исследование посвящено анализу многозначного производного слова – единице лексико-словообразовательной системы, обладающей функциями текста. Попытка установления изоморфизма между такими единицами русской языковой системы, как многозначное производное слово и текст, основана на их общих характеристиках. Термин «текст» традиционно понимается как совокупность объединенных по смыслу предикативно организованных суждений. Лексико-семантические варианты многозначного производного слова, основанные на ассоциативных переносах, соединяются цепью смысловых отношений, обуславливающих друг друга. Актуализированные в многозначном деривате ассоциативные связи хранятся в долговременной памяти человека. При рассмотрении текстового пространства многозначного производного слова мы исходим из: (1) понимания текста как совокупности высказываний, связанных по смыслу, (2) функций текста, а также (3) такого признака текста, как диалогичность.

Ключевые слова: многозначное производное слово, текст, функции текста, диалогичность, пропозиция, пропозициональная структура

TEXTUAL SPACE OF POLYSEMANTIC DERIVATIVES

¹Araeva L.A., ²Evseeva I.V.

¹Kemerovo State University, Kemerovo, e-mail: araeva@list.ru;

²Siberian Federal University, Krasnoyarsk, e-mail: ivevseeva@yandex.ru

The research is devoted to the analysis of a polysemantic derived word as a hierarchically arranged unit of lexical and word-formative system possessing the text functions. The attempt to set isomorphism between the studied units of the language system is based on the identical characteristics. The term «text» is traditionally understood as the set of implicitly combined predicatively organized propositions. Lexical-semantic variants of a polysemantic derived word that realize propositional statements are connected by the chain of the semantic relations which determine each other saving the actualizing associative links in person's long-term memory. When studying the text space of a polysemantic derived word we assume: (1) definition of text as the set of implicitly combined statements, (2) text functions, as well as (3) such feature of the text as dialogic.

Keywords: polysemantic derived word, text, text functions, dialogic, proposition, propositional structure

В конце XX в. особую актуальность в лингвистике приобрели исследования, характеризующиеся антропоцентрическим подходом. Такие исследования способствовали становлению когнитивного направления в лингвистике, в центре внимания которого оказались вопросы, связанные с объяснением мыслительных механизмов, проявляющихся в языке в процессе познания человеком окружающего мира. Осознание большой объяснительной силы и научной перспективы в рамках новой научной парадигмы привело к переосмыслению многих лингвистических проблем, которые казались либо окончательно решенными в рамках структурно-системной лингвистики, либо не ставились вообще. Сказанное относится и к анализу словообразовательных фактов русского языка.

Настоящее исследование посвящено анализу многозначного производного слова (объект исследования) – языковой категории, обладающей функциями текста (предмет исследования).

В лингвистике до настоящего времени неоднозначно решается вопрос о присвоении статуса омонимичности или многозначности производным, имеющим несколько значений. Представляется правомерным признать многозначными производные слова, имеющие два и более лексико-семантических варианта (ЛСВ), которые на основе межсловно-внутрисловных либо межсловных метафорических и метонимических связей соотносятся с одним и тем же мотивирующим словом. Мотивирующая единица и ЛСВ многозначного производного при этом объективируют различные пересекающиеся между собой пропозиции в границах одного или нескольких взаимосвязанных фреймов [2]. Как отмечает Н.Ф. Алефиренко со ссылкой на работы Л.А. Араевой: «Слова *молочник*₁ и *молочник*₂ входят в разные ситуации **торговли молоком и хранения молока** единого мотивационного пространства, которое маркируется ядром МОЛОКО» [1: 197]. Эти ситуации «описываются тождественными формами, которые

характеризуются не только общностью корня и семантики, но и ситуационной связанностью, что позволяет отнести эти формы к различным значениям одного полисеманта» [1].

В качестве исследовательского материала нами привлечены лексико-семантические варианты производного слова, бытующие в современном русском национальном языке: в системе литературной, диалектной и просторечной лексики. То есть рассмотрение многозначного деривата ведется на уровне «лингвистического макроконструкта» – потенциальной модели, конституирующие элементы которой реально существуют в некоторой языковой подсистеме – литературной, социальной или территориальной. Анализ многозначного деривата на уровне «лингвистического макроконструкта» способствует более полной демонстрации его пропозиционально-семантической организации. Обоснование возможности и значимости рассмотрения языкового материала на уровне макроконструкта, включающего литературную, разговорную, просторечную, диалектную лексику, представлено в докторской диссертации [6]. По сути дела, макроконструкт можно рассматривать как детерминанту (в понимании Г.П. Мельникова), обуславливающую формирование в нашем случае пропозиционально-семантической организации многозначного деривата (см. в этом плане работы Р.И. Аванесова, А.Г. Антипова, Л.А. Араевой, С.В. Бромлей, Л.Н. Булатовой, Н.Н. Пшеничновой).

Термин «текст» традиционно понимается как совокупность объединенных по смыслу предикативно связанных суждений. ЛСВ многозначного производного слова соединены между собой на основе типизированных метонимических и метафорических связей, что обуславливает их сохранение в долговременной памяти человека.

При рассмотрении текстового пространства многозначного производного слова мы исходим из:

- 1) понимания текста как совокупности высказываний, связанных по смыслу;
- 2) функций текста;
- 3) такого признака текста, как диалогичность.

Текст как совокупность связанных по смыслу высказываний

В языкознании сформированы разные подходы к пониманию и анализу текста. Спектр встречающихся в лингвистической литературе различных толкований этого термина подробно представлен в работах отечественных и зарубежных лингвистов [4; 7; 8 и мн. др.]. Большинство ученых в своих исследованиях основываются на

понимании текста как совокупности высказываний, связанных между собой по смыслу. Это определение взято нами за основу при анализе текстовой канвы многозначного производного слова, которая представлена метонимическими и метафорическими переплетениями пропозиционально организованных ЛСВ.

В пропозициональной модели представления знаний производное слово трактуется как результат преобразования описательного словосочетания или предложения в однословную номинацию.

Анализировать производное слово с позиций глубинного синтаксиса лингвисты начали в 70-е гг. XX в. Это направление исследования связано с такими именами российских лингвистов, как С.Ю. Адливанкин, Ю.Д. Апресян, Н.Д. Арутюнова, Е.Л. Гинзбург, Е.С. Кубрякова, Г.П. Мельников, Л.В. Сахарный, М.Н. Яценецкая и др. По мнению лингвистов, и предложение, и слово строятся по одинаковым глубинным образцам, каковыми являются пропозициональные структуры. В основе конкретной пропозиции находится предикат (прежде всего глагол) и его распространители.

Особую остроту проблема соотношения семантики производного слова с синтаксисом приобрела в 90-е гг. XX в. в связи с разработкой когнитивного направления в языкознании. Конкретизированные в семантике мотивированного и мотивирующего слов актанты пропозициональной структуры и предикативная связь между ними являются базой словообразовательного значения производного слова. Анализ пропозициональных структур с позиций семантического синтаксиса и семантического словообразования – производится на уровне разных единиц языковой системы. Для семантического синтаксиса пропозиция предстает как главный инструмент изучения объективного (диктумного) содержания *предложения* [9], а для семантического словообразования это основной инструмент выявления объективного содержания производного слова. На словообразовательном уровне при изучении пропозиционального смысла внимание исследователей направлено на «глубинную, смысловую характеристику производного слова, отражающую предикатную ориентированность его структуры и сопровождаемую вычленением того компонента пропозиции, который непосредственно используется для создания производного» [10; 5]. Таким образом, для деривационных пропозиций важно выявление тех семантических актантов (термин Ю.Д. Апресяна) и их языковых коррелятов, которые отображают ситуацию, заключен-

ную в лексико-словообразовательном значении (то есть в типизированном значении), и более конкретно – в лексико-семантическом варианте многозначного деривата (реализованного в границах ЛСЗ). Существенной при этом является фиксация актантов, обозначенных мотивирующим и мотивированным словами.

К проблемным вопросам относится обнаружение метонимических и метафорических типов пропозициональных структур в соответствии с семантикой дериватов. Как показала М.Н. Янценецкая, метафорические дериваты не встраиваются в одну пропозицию, но все же поддаются схематизации. Различные типы пропозиций дериватов, основанных на метонимическом и метафорическом типах переноса, были описаны нами [3].

Принимая во внимание, что пропозиция «прочитывается» в предложении, а каждое значение производного слова есть подобие предложения (свернутое суждение), представляется уместным применить при описании деривационных пропозиций пропозициональные схемы, выделенные в семантическом синтаксисе. Т.В. Шмелева различает событийные и логические пропозиции. Событийные пропозиции «портретируют» действительность, то есть происходящие в ней события вместе с их участниками, а логические пропозиции отражают результаты уместных операций и сообщают о некоторых установленных признаках, свойствах, отношениях [9]. В основе каждой вербализованной пропозиции (ЛСВ) находится пропозициональная структура, схема (ПС). ПС относятся к абстрактному уровню суждения и присущи всем представителям современной цивилизации, в то время как пропозиции реализуются в каждом конкретном языке с учетом тех стереотипов и культурных концептов, которые актуализируются в нем специфично.

Представим все вышесказанное при анализе конкретного многозначного деривата. Выделим пропозициональные структуры и пропозиции, находящиеся в текстовом пространстве многозначного деривата *сердечник*. В русском языке у этого слова выделяется 5 ЛСВ, каждый из которых соответствует определенной пропозиции (ЛСВ заключены в марровские кавычки (‘...’), пропозициональные структуры – во французские кавычки («...»)). Ср.: ЛСВ₁ «Мужчина, страдающий заболеванием сердца» – ‘лицо (субъект), у которого болит (предикат) орган (объект)’; ЛСВ₂ «Врач, лечащий заболевание сердца» – ‘лицо (субъект), лечащее (предикат) орган (объект)’; ЛСВ₃ «Лечебная трава, которой лечат заболевания сердца» –

‘средство, которым лечат (предикат) орган (объект)’; ЛСВ₄ «Влюбчивый мужчина, покоряющий женские сердца» – ‘лицо (субъект), который воздействует (предикат) на орган эмоций (объект)’; ЛСВ₅ «Стержень, расположенный внутри чего-нибудь, на который навивается, надевается что-либо» – ‘приспособление (средство), которое расположено (предикат) внутри объекта’.

На основе событийных пропозиций образованы первые 3 ЛСВ в рамках фрейма, связанного с лечением определенного органа человека. Актантами в этих пропозициях выступают: агенс, объект и средство. В силу того, что актанты соотносятся по метонимическому принципу, пропозициональные структуры вычлениваются достаточно легко.

Логический тип пропозиции находится в основе ЛСВ₅, образованного по принципу метафорического переноса. В структуре этого ЛСВ ‘Стержень, расположенный внутри чего-нибудь, на который навивается, надевается что-либо’ можно выделить две линии рассуждений, в каждой из которых просматриваются 3 пропозиции.

Первое рассуждение:

1. Стержень расположен внутри предмета.

2. Сердце находится внутри тела.

3. Стержень по месту расположения напоминает сердце.

Второе рассуждение:

1. Стержень – важная часть механизма.

2. Сердце – жизненно важный орган человека.

3. Стержень по функциональной значимости напоминает сердце человека.

Каждое из последних пропозициональных суждений направлено на установление причины наименования явления внеязыковой действительности производным словом *сердечник* (ЛСВ₅). Подобные логические пропозициональные формулы оказываются достаточно типизированными, так как, во-первых, это ряд связанных между собой типизированных пропозиций, а во-вторых – пропозиционально обусловленные ассоциации, обладая достаточно уникальным характером, предопределены заложенными в ментально-языковой деятельности человека стереотипами.

Вернемся к пониманию текста как совокупности высказываний, связанных между собой по смыслу. ЛСВ деривата *сердечник* представляют собой суждения (пропозиции), объединенные между собой смысловыми отношениями. Прототипичными для языкового сознания русского человека являются метонимические связи между первыми тремя ЛСВ. Ср.: *сердечника*₁ («лицо,

у которого болит орган») лечит *сердечник*₂ («лицо, лечащее орган») при помощи *сердечника*₃ («средство, которым лечат орган»). Каждый из ЛСВ восходит к слову *сердце* в значении «Центральный орган кровеносной системы, основная функция которого – перегонять кровь по телу». Данный орган может болеть, для его лечения необходим специалист и средство, с помощью которого орган лечится. То есть *сердце* – ядро фрейма, с которым предикативно связаны члены пропозиций, находящихся в отношениях комплементарности.

ЛСВ₄ «Влюбчивый мужчина, покоряющий женские сердца» в деривационном пространстве связан с другим значением слова *сердце* – «Эмоциональное начало в человеке, средоточие в нем чувств, переживаний, личных отношений к кому-нибудь», а ЛСВ₅ «Стержень, расположенный внутри чего-нибудь, на который навивается, надевается что-либо» – со значением базового слова «Важнейшее место чего-нибудь, средоточие чего-либо». То есть 4 и 5 ЛСВ деривата *сердечник* связаны между собой и с первыми тремя ЛСВ опосредованно через другие ЛСВ производящего слова *сердце*.

Изучение текстового пространства многозначных производных слов дает возможность понять, каким образом в сознании говорящих организуются ЛСВ. Базовое слово, являющееся основой глубинного суждения каждого ЛСВ производной полисемичной единицы, удерживает взаимосвязанные смыслы в рамках этого слова, не давая многозначному деривату распасться на омонимы. То есть многозначное производное слово – такая ментально-языковая категория, в пределах которой выявляются механизмы работы мозга, представленные в границах одной формы.

Функции текста

и формально-семантическая структура многозначного производного слова

Ю.М. Лотман, рассматривая текст как смыслопорождающее устройство, выделил следующие функции текста: **творческую** («всякая осуществляющая весь набор семиотических возможностей система не только передает готовые сообщения, но и служит генератором новых»), **функцию упаковки смысла** и **функцию памяти** («текст – не только генератор новых смыслов, но и конденсатор культурной памяти. Текст обладает способностью сохранять память о своих предшествующих контекстах. <...> создаваемое текстом вокруг себя смысловое пространство вступает в определенные соотношения с культурной памятью (традицией), отложившейся в сознании аудитории») [7; 158–162].

Перечисленные функции текста могут быть соотнесены с формально-семантической организацией многозначного производного слова. Прокомментируем данное положение.

Равно как и текст, слово, в том числе и производное, является генератором смыслов, т.е. слову свойственна творческая функция. Смысловое пространство многозначного производного слова, с одной стороны, зависит от семантики производящей базы и словообразующего аффикса, с другой – ЛСВ сами генерируют смыслы, участвуя в создании новых ЛСВ. Каждый ЛСВ деривата *сердечник* связан с семантикой производящего слова *сердце*, в то же время первый ЛСВ провоцирует появление новых ЛСВ, образующих мотивационное пространство предикативно связанных смыслов: у человека болит орган (*сердечник*₁), следовательно, есть тот, кто его лечит (*сердечник*₂) определенным средством (*сердечник*₃). Наиболее доказательно эта особенность прослеживается на примерах многозначных дериватов, которым свойственны наряду с межсловными внутрисловные отношения.

Многозначное производное слово является упаковкой связанных между собой смыслов в долговременной памяти человека. Наличие в рамках одной формы множества смыслов свидетельствует об особом устройстве человеческого сознания. Объединение в одну форму нескольких значений, связанных между собой ассоциациями по сходству и смежности, облегчает процессы запоминания, не перегружая мозг. В языковом сознании говорящих хранится определенный набор производных слов, которые при необходимости извлекаются человеком из памяти (каждый раз нужное слово или нужное значение этого слова). Если дериват неизвестен, человек из текста или словаря может извлечь новое знание о слове и, соотнося дериват с его производящим, включить это знание в словообразовательную систему, а далее в соответствии с принципом работы мозга по аналогии пополнить старые либо построить новые словообразовательные модели.

Предложенные рассуждения согласуются с пониманием производного слова в исследованиях когнитивного направления (Е.С. Кубрякова) как единицы хранения, извлечения, получения и систематизации нового знания.

Подведем итог

Многозначное производное слово, являясь микросистемой, характеризуется признаками текстового пространства. Много-

значный дериват с текстом объединяет понимание текста как совокупности связанных по смыслу высказываний. ЛСВ многозначного деривата являются собой предикативно связанные вербализованные актанты в пределах абстрактных пропозициональных структур. ЛСВ дериватов благодаря присущим им семантическим связям предопределяют друг друга, актуализация одного из них затрагивает всю систему отношений.

Многозначному производному слову свойственны те же функции, что и тексту. Полисемант, реализуя творческую функцию, выступает генератором новых смыслов, он в то же время упаковывает смысл всех ЛСВ и, являясь конденсатором культурной памяти, хранится в языковой оболочке – конкретном многозначном деривате.

Кроме того, многозначное производное слово с текстом роднит такой признак, как диалогичность. Попытка обосновать устройство многозначное производное слово как вопросно-ответное диалогическое единство ранее уже высказывалось нами [5]. Подобный подход – это лишь один из возможных способов метаязыкового описания многозначного деривата. При данной интерпретации каждый ЛСВ многозначного деривата фактически представляет собой реальную ответную реплику на потенциально заложенный вопрос одного из «скрытых» собеседников к столь же скрытому другому. Последовательность вопросно-ответных реплик образует подобие текста. Репертуар реплик такого условного диалога во многом определяется семантикой производящего слова, а потому изначально характеризуется некоторой деривационной заданностью. Количество реплик-вопросов обусловлено семантикой производящего слова, заложенными в нем семантическими валентностями и прагматической значимостью именуемого мотивирующим словом предмета.

Исследование выполнено при поддержке РГНФ № 14-04-00556.

Список литературы

1. Алефиренко Н.Ф. Общее языкознание. История и теория языка. – М., 2013.
2. Араева Л.А. Словообразовательный тип. – М., 2009.
3. Араева Л.А., Евсеева И.В. Словообразование и синтаксис: типы пропозициональных структур // Сибирский филологический журнал. – 2010. – № 4. – С. 145–150.

4. Барт Р. Избранные работы: Семиотика. Поэтика. – М., 1994.

5. Евсеева И.В. Минимальная диалогическая единица и словообразовательное гнездо // Вестник Красноярского госуд. пед. ун-та им. В.П. Астафьева 2010 (2). – Красноярск, 2010. – С. 220–225.

6. Евсеева И.В. Когнитивное моделирование словообразовательной системы русского языка (на материале комплексных единиц): дис. ... д-ра филол. наук. – Кемерово, 2012.

7. Лотман Ю.М. Внутри мыслящих миров. Семиосфера. – СПб., 2001.

8. Чувакин А.А. Основы филологии: учеб. пособие. – М., 2011.

9. Шмелева Т.В. Семантический синтаксис: текст лекций. – Красноярск, 1994.

10. Яценецкая М.Н. Пропозициональный аспект словообразования (обзор работ сибирских диалектологов) // Актуальные проблемы региональной лингвистики и истории Сибири. – Кемерово, 1992. – С. 4–33.

References

1. Alefirenko N.F. Obshee jazykoznanie. Istorija i teorija jazyka. M., 2013.
2. Araeva L.A. Slovoobrazovatel'nyj tip. M., 2009.
3. Araeva L.A., Evseeva I.V. Slovoobrazovanie i sintaksis: tipy propozicional'nyh struktur // Sibirskij filologicheskij zhurnal. 2010, no. 4. pp. 145–150.
4. Bart R. Izbrannye raboty: Semiotika. Pojetika. M., 1994.
5. Evseeva I.V. Minimal'naja dialogicheskaja edinica i slovoobrazovatel'noe gnezdo // Vestnik Krasnojarskogo gosud. ped. un-ta im. V.P. Astaf'eva 2010 (2). Krasnojarsk, 2010. pp. 220–225.
6. Evseeva I.V. Kognitivnoe modelirovanie slovoobrazovatel'noj sistemy russkogo jazyka (na materiale kompleksnyh edinic): Dis. ... doktora filol. nauk. Kemerovo, 2012.
7. Lotman Ju.M. Vnutri mysljashhih mirov. Semiosfera. SPb., 2001.
8. Chuvakin A.A. Osnovy filologii: ucheb. posobie. M., 2011.
9. Shmeleva T.V. Semanticheskij sintaksis. Tekst lekcij. Krasnojarsk, 1994.
10. Janceneckaja M.N. Propozicional'nyj aspekt slovoobrazovanija (obzor rabot sibirskih dialektologov) // Aktual'nye problemy regional'noj lingvistiki i istorii Sibiri. Kemerovo, 1992. pp. 4–33.

Рецензенты:

Ким Л.Г., д.фил.н., профессор, зав. кафедрой русского языка, ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет», г. Кемерово;

Катышев П.А., д.фил.н., профессор, директор ООО «Лаборатория эффективной речевой коммуникации», г. Кемерово.

Работа поступила в редакцию 26.11.2014.

(<http://www.rae.ru/fs/>)

В журнале «Фундаментальные исследования» в соответствующих разделах публикуются научные обзоры, статьи проблемного и фундаментального характера по следующим направлениям.

- | | |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| 1. Архитектура | 12. Психологические науки |
| 2. Биологические науки | 13. Сельскохозяйственные науки |
| 3. Ветеринарные науки | 14. Социологические науки |
| 4. Географические науки | 15. Технические науки |
| 5. Геолого-минералогические науки | 16. Фармацевтические науки |
| 6. Искусствоведение | 17. Физико-математические науки |
| 7. Исторические науки | 18. Филологические науки |
| 8. Культурология | 19. Философские науки |
| 9. Медицинские науки | 20. Химические науки |
| 10. Педагогические науки | 21. Экономические науки |
| 11. Политические науки | 22. Юридические науки |

При написании и оформлении статей для печати редакция журнала просит придерживаться следующих правил.

- Заглавие статей должны соответствовать следующим требованиям:
 - заглавия научных статей должны быть информативными (*Web of Science* это требование рассматривает в экспертной системе как одно из основных);
 - в заглавиях статей можно использовать только общепринятые сокращения;
 - в переводе заглавий статей на английский язык не должно быть никаких транслитераций с русского языка, кроме непереводаемых названий собственных имен, приборов и др. объектов, имеющих собственные названия; также не используется непереводаемый сленг, известный только русскоговорящим специалистам.

Это также касается авторских резюме (аннотаций) и ключевых слов.

- Фамилии авторов статей на английском языке представляются в одной из принятых международных систем транслитерации (см. далее раздел «Правила транслитерации»)

Буква	Транслит	Буква	Транслит	Буква	Транслит	Буква	Транслит
А	A	З	Z	П	P	Ч	CH
Б	B	И	I	Р	R	Ш	SH
В	V	Й	Y	С	S	Щ	SCH
Г	G	К	K	Т	T	Ъ, Ъ	опускается
Д	D	Л	L	У	U	Ы	Y
Е	E	М	M	Ф	F	Э	E
Ё	E	Н	N	Х	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 одномоментно направляется полный пакет документов:

- материалы статьи;
- сведения об авторах;
- копии двух рецензий докторов наук (по специальности работы);
- сканированная копия сопроводительного письма (подписанное руководителем учреждения) – содержит информацию о тех документах, которые автор высылает, куда и с какой целью.

Правила оформления сопроводительного письма.

Сопроводительное письмо к научной статье оформляется на бланке учреждения, где выполнялась работа, за подписью руководителя учреждения.

Если сопроводительное письмо оформляется не на бланке учреждения и не подписывается руководителем учреждения, оно должно быть **обязательно** подписано всеми авторами научной статьи.

Сопроводительное письмо **обязательно** (!) должно содержать следующий текст.

Настоящим письмом гарантируем, что опубликование научной статьи в журнале «Фундаментальные исследования» не нарушает ничьих авторских прав. Автор (авторы) передает на неограниченный срок учредителю журнала неисключительные права на использование научной статьи путем размещения полнотекстовых сетевых версий номеров на Интернет-сайте журнала.

Автор (авторы) несет ответственность за неправомерное использование в научной статье объектов интеллектуальной собственности, объектов авторского права в полном объеме в соответствии с действующим законодательством РФ.

Автор (авторы) подтверждает, что направляемая статья не была ранее опубликована, не направлялась и не будет направляться для опубликования в другие научные издания.

Также удостоверяем, что автор (авторы) согласен с правилами подготовки рукописи к изданию, утвержденными редакцией журнала «Фундаментальные исследования», опубликованными и размещенными на официальном сайте журнала.

Сопроводительное письмо сканируется и файл загружается в личный портфель автора (или пересылается по электронной почте – если для отправки статьи не используется личный портфель).

- копия экспертного заключения – содержит информацию о том, что работа автора может быть опубликована в открытой печати и не содержит секретной информации (подписью руководителя учреждения). Для нерезидентов РФ экспертное заключение не требуется;
- копия документа об оплате.

Оригиналы запрашиваются редакцией при необходимости.

Редакция убедительно просит статьи, размещенные через «Личный портфель», не отправлять дополнительно по электронной почте. В этом случае сроки рассмотрения работы удлиняются (требуется время для идентификации и удаления копий).

16. В одном номере журнала может быть напечатана только одна статья автора (первого автора).

17. В конце каждой статьи указываются сведения о рецензентах: **ФИО, ученая степень, звание, должность, место работы, город, рабочий телефон.**

18. Журнал издается на средства авторов и подписчиков.

19. Представляя текст работы для публикации в журнале, автор гарантирует правильность всех сведений о себе, отсутствие плагиата и других форм неправомерного заимствования в рукописи произведения, надлежащее оформление всех заимствований текста, таблиц, схем, иллюстраций. Авторы опубликованных материалов несут ответственность за подбор и точность приведенных фактов, цитат, статистических данных и прочих сведений.

Редакция не несет ответственность за достоверность информации, приводимой авторами. Автор, направляя рукопись в Редакцию, принимает личную ответственность за оригинальность исследования, поручает Редакции обнародовать произведение посредством его опубликования в печати.

Плагиатом считается умышленное присвоение авторства чужого произведения науки или мысли или искусства или изобретения. Плагиат может быть нарушением авторско-правового законодательства и патентного законодательства и в качестве таковых может повлечь за собой юридическую ответственность Автора.

Автор гарантирует наличие у него исключительных прав на использование переданного Редакции материала. В случае нарушения данной гарантии и предъявления в связи с этим претензий к Редакции Автор самостоятельно и за свой счет обязуется урегулировать все претензии. Редакция не несет ответственности перед третьими лицами за нарушение данных Автором гарантий.

Редакция оставляет за собой право направлять статьи на дополнительное рецензирование. В этом случае сроки публикации продлеваются. Материалы дополнительной экспертизы предъявляются автору.

20. Направление материалов в редакцию для публикации означает согласие автора с приведенными выше требованиями.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ

УДК 615.035.4

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕРИОДА ТИТРАЦИИ ДОЗЫ ВАРФАРИНА У ПАЦИЕНТОВ С ФИБРИЛЛЯЦИЕЙ ПРЕДСЕРДИЙ. ВЗАИМОСВЯЗЬ С КЛИНИЧЕСКИМИ ФАКТОРАМИ

¹Шварц Ю.Г., ¹Артанова Е.Л., ¹Салеева Е.В., ¹Соколов И.М.

¹ГОУ ВПО «Саратовский Государственный медицинский университет им. В.И.Разумовского Минздрава России», Саратов, Россия (410012, Саратов, ГСП ул. Большая Казачья, 112), e-mail: kateha007@bk.ru

Проведен анализ взаимосвязи особенностей индивидуального подбора терапевтической дозы варфарина и клинических характеристик у больных фибрилляцией предсердий. Учитывались следующие характеристики периода подбора дозы: окончательная терапевтическая доза варфарина в мг, длительность подбора дозы в днях и максимальное значение международного нормализованного отношения (МНО), зарегистрированная в процессе титрования. При назначении варфарина больным с фибрилляцией предсердий его терапевтическая доза, длительность ее подбора и колебания при этом МНО, зависят от следующих клинических факторов – инсульты в анамнезе, наличие ожирения, поражения щитовидной железы, курения, и сопутствующей терапии, в частности, применение амиодарона. Однако у пациентов с сочетанием ишемической болезни сердца и фибрилляции предсердий не установлено существенной зависимости особенностей подбора дозы варфарина от таких характеристик, как пол, возраст, количество сопутствующих заболеваний, наличие желчнокаменной болезни, сахарного диабета II типа, продолжительность аритмии, стойкости фибрилляции предсердий, функционального класса сердечной недостаточности и наличия стенокардии напряжения. По данным непараметрического корреляционного анализа изучаемые нами характеристики периода подбора терапевтической дозы варфарина не были значимо связаны между собой.

Ключевые слова: варфарин, фибрилляция предсердий, международное нормализованное отношение (МНО)

CHARACTERISTICS OF THE PERIOD DOSE TITRATION WARFARIN IN PATIENTS WITH ATRIAL FIBRILLATION. RELATIONSHIP WITH CLINICAL FACTORS

¹Shvarts Y.G., ¹Artanova E.L., ¹Saleeva E.V., ¹Sokolov I.M.

¹Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Saratov, Russia (410012, Saratov, street B. Kazachya, 112), e-mail: kateha007@bk.ru

We have done the analysis of the relationship characteristics of the individual selection of therapeutic doses of warfarin and clinical characteristics in patients with atrial fibrillation. Following characteristics of the period of selection of a dose were considered: a definitive therapeutic dose of warfarin in mg, duration of selection of a dose in days and the maximum value of the international normalised relation (INR), registered in the course of titration. Therapeutic dose of warfarin, duration of its selection and fluctuations in thus INR depend on the following clinical factors – a history of stroke, obesity, thyroid lesions, smoking, and concomitant therapy, specifically, the use of amiodarone, in cases of appointment of warfarin in patients with atrial fibrillation. However at patients with combination Ischemic heart trouble and atrial fibrillation it is not established essential dependence of features of selection of a dose of warfarin from such characteristics, as a sex, age, quantity of accompanying diseases, presence of cholelithic illness, a diabetes of II type, duration of an arrhythmia, firmness of fibrillation of auricles, a functional class of warm insufficiency and presence of a stenocardia of pressure. According to the nonparametric correlation analysis characteristics of the period of selection of a therapeutic dose of warfarin haven't been significantly connected among themselves.

Keywords: warfarin, atrial fibrillation, an international normalized ratio (INR)

Введение

Фибрилляция предсердий (ФП) – наиболее встречаемый вид аритмии в практике врача [7]. Инвалидизация и смертность больных с ФП остается высокой, особенно от ишемического инсульта и системные эмболии [4]...

Список литературы

1....

References

1...

Рецензенты: ФИО, ученая степень, звание, должность, место работы, город.

**Единый формат оформления приставных библиографических ссылок в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5 2008 «Библиографическая ссылка»
(Примеры оформления ссылок и приставных списков литературы на русском языке)**

Статьи из журналов и сборников:

Адорно Т.В. К логике социальных наук // Вопр. философии. – 1992. – № 10. – С. 76-86.

Crawford P.J. The reference librarian and the business professor: a strategic alliance that works / P.J. Crawford, T.P. Barrett // Ref. Libr. – 1997. – Vol. 3, № 58. – P. 75–85.

Заголовок записи в ссылке может содержать имена одного, двух или трех авторов документа. Имена авторов, указанные в заголовке, могут не повторяться в сведениях об ответственности.

Crawford P.J., Barrett T.P. The reference librarian and the business professor: a strategic alliance that works // Ref. Libr. – 1997. – Vol. 3, № 58. – P. 75–85.

Если авторов четыре и более, то заголовок не применяют (ГОСТ 7.80-2000).

Корнилов В.И. Турбулентный пограничный слой на теле вращения при периодическом вдуве/отсосе // Теплофизика и аэромеханика. – 2006. – Т. 13, №. 3. – С. 369–385.

Кузнецов А.Ю. Консорциум – механизм организации подписки на электронные ресурсы // Российский фонд фундаментальных исследований: десять лет служения российской науке. – М.: Науч. мир, 2003. – С. 340–342.

Монографии:

Тарасова В.И. Политическая история Латинской Америки: учеб. для вузов. – 2-е изд. – М.: Проспект, 2006. – С. 305–412

Допускается предписанный знак точку и тире, разделяющий области библиографического описания, заменять точкой.

Философия культуры и философия науки: проблемы и гипотезы: межвуз. сб. науч. тр. / Саратов. гос. ун-т; [под ред. С. Ф. Мартыновича]. – Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 1999. – 199 с.

Допускается не использовать квадратные скобки для сведений, заимствованных не из предписанного источника информации.

Райзберг Б.А. Современный экономический словарь / Б.А. Райзберг, Л.У. Лозовский, Е.Б. Стародубцева. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2006. – 494 с.

Заголовок записи в ссылке может содержать имена одного, двух или трех авторов документа. Имена авторов, указанные в заголовке, не повторяются в сведениях об ответственности. Поэтому:

Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б. Современный экономический словарь. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2006. – 494 с.

Если авторов четыре и более, то заголовок не применяют (ГОСТ 7.80-2000).

Авторефераты

Глухов В.А. Исследование, разработка и построение системы электронной доставки документов в библиотеке: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Новосибирск, 2000. – 18 с.

Диссертации

Фенухин В.И. Этнополитические конфликты в современной России: на примере Северокавказского региона : дис. ... канд. полит. наук. – М., 2002. – С. 54–55.

Аналитические обзоры:

Экономика и политика России и государств ближнего зарубежья : аналит. обзор, апр. 2007 / Рос. акад. наук, Ин-т мировой экономики и междунар. отношений. – М. : ИМЭМО, 2007. – 39 с.

Патенты:

Патент РФ № 2000130511/28, 04.12.2000.

Еськов Д.Н., Бонштедт Б.Э., Корешев С.Н., Лебедева Г.И., Серегин А.Г. Оптико-электронный аппарат // Патент России № 2122745.1998. Бюл. № 33.

Материалы конференций

Археология: история и перспективы: сб. ст. Первой межрегион. конф. – Ярославль, 2003. – 350 с.

Марьинских Д.М. Разработка ландшафтного плана как необходимое условие устойчивого развития города (на примере Тюмени) // Экология ландшафта и планирование землепользования: тезисы докл. Всерос. конф. (Иркутск, 11-12 сент. 2000 г.). – Новосибирск, 2000. – С. 125–128.

Интернет-документы:

Официальные периодические издания : электронный путеводитель / Рос. нац. б-ка, Центр правовой информации. [СПб.], 2005/2007. URL:

<http://www.nlr.ru/lawcenter/izd/index.html> (дата обращения: 18.01.2007).

Логинова Л. Г. Сущность результата дополнительного образования детей // Образование: исследовано в мире: междунар. науч. пед. интернет-журн. 21.10.03. URL:

<http://www.oim.ru/reader.asp?nomers=366> (дата обращения: 17.04.07).

<http://www.nlr.ru/index.html> (дата обращения: 20.02.2007).

Рынок тренингов Новосибирска: своя игра [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<http://nsk.adme.ru/news/2006/07/03/2121.html> (дата обращения: 17.10.08).

Литчфорд Е.У. С Белой Армией по Сибири [Электронный ресурс] // Восточный фронт Армии Генерала А.В. Колчака: сайт. – URL: <http://east-front.narod.ru/memo/latchford.htm> (дата обращения 23.08.2007).

Примеры оформления ссылок и приставных списков литературы на латинице:
На библиографические записи на латинице не используются разделительные знаки, применяемые в российском ГОСТе («/» и «—»).

Составляющими в библиографических ссылках являются фамилии всех авторов и названия журналов.

Статьи из журналов:

Zagurenko A.G., Korotovskikh V.A., Kolesnikov A.A., Timonov A.V., Kardymon D.V. *Neftyanoe khozyaistvo – Oil Industry*, 2008, no. 11, pp. 54–57.

Dyachenko, V.D., Krivokolysko, S.G., Nesterov, V.N., and Litvinov, V.P., *Khim. Geterotsikl. Soedin.*, 1996, no. 9, p. 1243

Статьи из электронных журналов описываются аналогично печатным изданиям с дополнением данных об адресе доступа.

Пр и м е р описания статьи из электронного журнала:

Swaminathan V., Lepkoswka-White E., Rao B.P., *Journal of Computer-Mediated Communication*, 1999, Vol. 5, No. 2, available at: www.ascusc.org/jcmc/vol5/issue2.

Материалы конференций:

Usmanov T.S., Gusmanov A.A., Mullagalin I.Z., Muhametshina R.Ju., Chervyakova A.N., Sveshnikov A.V. *Trudy 6 Mezhdunarodnogo Simpoziuma «ovye resursosberegayushchie tekhnologii nedropol'zovaniya i povysheniya neftegazootdachi»* (Proc. 6th Int. Technol. Symp. «New energy saving subsoil technologies and the increasing of the oil and gas impact»). Moscow, 2007, pp. 267–272.

Главное в описаниях конференций – название конференции на языке оригинала (в транслитерации, если нет ее английского названия), выделенное курсивом. В скобках дается перевод названия на английский язык. Выходные данные (место проведения конференции, место издания, страницы) должны быть представлены на английском языке.

Книги (монографии, сборники, материалы конференций в целом):

Belaya kniga po nanotekhnologiyam: issledovaniya v oblasti nanochastits, nanostruktur i nanokompozitov v Rossiiskoi Federatsii (po materialam Pervogo Vserossiiskogo soveshchaniya uchenykh, inzhenerov i proizvoditelei v oblasti nanotekhnologii [White Book in Nanotechnologies: Studies in the Field of Nanoparticles, Nanostructures and Nanocomposites in the Russian Federation: Proceedings of the First All-Russian Conference of Scientists, Engineers and Manufacturers in the Field of Nanotechnology]. Moscow, LKI, 2007.

Nenashev M.F. *Poslednee pravitel'tvo SSSR* [Last government of the USSR]. Moscow, Krom Publ., 1993. 221 p.

From disaster to rebirth: the causes and consequences of the destruction of the Soviet Union [Ot katastrofy k vrozozhdeniju: prichiny i posledstviya razrusheniya SSSR]. Moscow, HSE Publ., 1999. 381 p.

Kanevskaya R.D. *Matematicheskoe modelirovanie gidrodinamicheskikh protsessov razrabotki mestorozhdenii uglevodorodov* (Mathematical modeling of hydrodynamic processes of hydrocarbon deposit development). Izhevsk, 2002. 140 p.

Latyshev, V.N., *Tribologiya rezaniya. Kn. 1: Friksionnye protsessy pri rezanie metallov* (Tribology of Cutting, Vol. 1: Frictional Processes in Metal Cutting), Ivanovo: Ivanovskii Gos. Univ., 2009.

Ссылка на Интернет-ресурс:

APA Style (2011), Available at: <http://www.apastyle.org/apa-style-help.aspx> (accessed 5 February 2011).

Pravila Tsitirovaniya Istochnikov (Rules for the Citing of Sources) Available at: <http://www.scribd.com/doc/1034528/> (accessed 7 February 2011)

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ РЕЦЕНЗИИ

РЕЦЕНЗИЯ

на статью (Фамилии, инициалы авторов, полное название статьи)

Научное направление работы. Для мультидисциплинарных исследований указываются не более 3 научных направлений.

Класс статьи: оригинальное научное исследование, новые технологии, методы, фундаментальные исследования, научный обзор, дискуссия, обмен опытом, наблюдения из практики, практические рекомендации, рецензия, лекция, краткое сообщение, юбилей, информационное сообщение, решения съездов, конференций, пленумов.

Научная новизна: 1) Постановка новой проблемы, обоснование оригинальной теории, концепции, доказательства, закономерности 2) Фактическое подтверждение собственной концепции, теории 3) Подтверждение новой оригинальной заимствованной концепции 4) Решение частной научной задачи 5) Констатация известных фактов

Оценка достоверности представленных результатов.

Практическая значимость. Предложены: 1) Новые методы 2) Новая классификация, алгоритм 3) Новые препараты, вещества, механизмы, технологии, результаты их апробации 4) Даны частные или слишком общие, неконкретные рекомендации 5) Практических целей не ставится.

Формальная характеристика статьи.

Стиль изложения – хороший, (не) требует правки, сокращения.

Таблицы – (не) информативны, избыточны.

Рисунки – приемлемы, перегружены информацией, (не) повторяют содержание таблиц.

ОБЩЕЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Статья актуальна, обладает научной и практической новизной, рекомендуется для печати.

Рецензент Фамилия, инициалы

Полные сведения о рецензенте: Фамилия, имя, отчество полностью, ученая степень и звание, должность, сведения об учреждении (название с указанием ведомственной принадлежности), адрес, с почтовым индексом, номер, телефона и факса с кодом города).

Дата

Подпись

Подлинность подписи рецензента подтверждаю: Секретарь

Печать учреждения

ПРАВИЛА ТРАНСЛИТЕРАЦИИ

Произвольный выбор транслитерации неизбежно приводит к многообразию вариантов представления фамилии одного автора и в результате затрудняет его идентификацию и объединение данных о его публикациях и цитировании под одним профилем (идентификатором – ID автора)

Представление русскоязычного текста (кириллицы) по различным правилам транслитерации (или вообще без правил) ведет к потере необходимой информации в аналитической системе SCOPUS.

НАЗВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИЙ

Использование общепринятого переводного варианта названия организации является наиболее предпочтительным. Употребление в статье официального, без сокращений, названия организации на английском языке позволит наиболее точно идентифицировать принадлежность авторов, предотвратит потери статей в системе анализа организаций и авторов. Прежде всего, это касается названий университетов и других учебных заведений, академических и отраслевых институтов. Это позволит также избежать расхождений между вариантами названий организаций в переводных, зарубежных и русскоязычных журналах. Исключение составляют не переводимые на английский язык наименования фирм. Такие названия, безусловно, даются в транслитерированном варианте.

Употребление сокращений или аббревиатур способствует потере статей при учете публикаций организации, особенно если аббревиатуры не относятся к общепринятым.

Излишним является использование перед основным названием принятых в последние годы составных частей названий организаций, обозначающих принадлежность ведомству, форму собственности, статус организации («Учреждение Российской академии наук...», «Федеральное государственное унитарное предприятие...», «ФГОУ ВПО...», «Национальный исследовательский...» и т.п.), что затрудняет идентификацию организации.

В свете постоянных изменений статусов, форм собственности и названий российских организаций (в т.ч. с образованием федеральных и национальных университетов, в которые в настоящее время вливаются большое количество активно публикующихся государственных университетов и институтов) существуют определенные опасения, что еще более усложнится идентификация и установление связей между авторами и организациями. В этой ситуации **желательно в статьях указывать полное название организации**, включенной, например, в федеральный университет, **если она сохранила свое прежнее название**. В таком случае она будет учтена и в своем профиле, и в профиле федерального университета:

Например, варианты Таганрогский технологический институт Южного федерального университета:

Taganrogskiy Tekhnologicheskij Institut Yuzhnogo Federal'nogo Universiteta;
Taganrog Technological Institute, South Federal University

В этот же профиль должны войти и прежние названия этого университета.

Для национальных исследовательских университетов важно сохранить свое основное название.

(В соответствии с рекомендациями О.В. Кирилловой, к.т.н., заведующей отделением ВИНТИ РАН члена Экспертного совета (CSAB) БД SCOPUS)

АВТОРСКИЕ РЕЗЮМЕ (АННОТАЦИИ) НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ

Необходимо иметь в виду, что аннотации (рефераты, авторские резюме) на английском языке в русскоязычном издании являются для иностранных ученых и специалистов основным и, как правило, единственным источником информации о содержании статьи и изложенных в ней результатах исследований. Зарубежные специалисты по аннотации оценивают публикацию, определяют свой интерес к работе российского ученого, могут использовать ее в своей публикации и сделать на неё ссылку, открыть дискуссию с автором, запросить полный текст и т.д. Аннотация на английском языке на русскоязычную статью по

объему может быть больше аннотации на русском языке, так как за русскоязычной аннотацией идет полный текст на этом же языке.

Аналогично можно сказать и об аннотациях к статьям, опубликованным на английском языке. Но даже в требованиях зарубежных издательств к статьям на английском языке указывается на объем аннотации в размере 100-250 слов.

Перечислим обязательные качества аннотаций на английском языке к русскоязычным статьям. Аннотации должны быть:

- информативными (не содержать общих слов);
- оригинальными (не быть калькой русскоязычной аннотации);
- содержательными (отражать основное содержание статьи и результаты исследований);
- структурированными (следовать логике описания результатов в статье);
- «англоязычными» (написаны качественным английским языком);
- компактными (укладываться в объем от 100 до 250 слов).

В аннотациях, которые пишут наши авторы, допускаются самые элементарные ошибки. Чаще всего аннотации представляют прямой перевод русскоязычного варианта, изобилуют общими ничего не значащими словами, увеличивающими объем, но не способствующими раскрытию содержания и сути статьи. А еще чаще объем аннотации составляет всего несколько строк (3-5). При переводе аннотаций не используется англоязычная специальная терминология, что затрудняет понимание текста зарубежными специалистами. В зарубежной БД такое представление содержания статьи совершенно неприемлемо.

Опыт показывает, что самое сложное для российского автора при подготовке аннотации – представить кратко результаты своей работы. Поэтому одним из проверенных вариантов аннотации является краткое повторение в ней структуры статьи, включающей введение, цели и задачи, методы, результаты, заключение. Такой способ составления аннотаций получил распространение и в зарубежных журналах.

В качестве помощи для написания аннотаций (рефератов) можно рекомендовать, по крайней мере, два варианта правил. Один из вариантов – российский ГОСТ 7.9-95 «Реферат и аннотация. Общие требования», разработанные специалистами ВИНТИ.

Второй – рекомендации к написанию аннотаций для англоязычных статей, подаваемых в журналы издательства Emerald (Великобритания). При рассмотрении первого варианта необходимо учитывать, что он был разработан, в основном, как руководство для референтов, готовящих рефераты для информационных изданий. Второй вариант – требования к аннотациям англоязычных статей. Поэтому требуемый объем в 100 слов в нашем случае, скорее всего, нельзя назвать достаточным. Ниже приводятся выдержки из указанных двух вариантов. Они в значительной степени повторяют друг друга, что еще раз подчеркивает важность предлагаемых в них положений. Текст ГОСТа незначительно изменен с учетом специфики рефератов на английском языке.

КРАТКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО НАПИСАНИЮ АВТОРСКИХ РЕЗЮМЕ (АННОТАЦИЙ, РЕФЕРАТОВ К СТАТЬЯМ) (подготовлены на основе ГОСТ 7.9-95)

Авторское резюме ближе по своему содержанию, структуре, целям и задачам к реферату. Это – краткое точное изложение содержания документа, включающее основные фактические сведения и выводы описываемой работы.

Текст авторского резюме (в дальнейшем – реферата) должен быть лаконичен и четок, свободен от второстепенной информации, отличаться убедительностью формулировок.

Объем реферата должен включать минимум 100-250 слов (по ГОСТу – 850 знаков, не менее 10 строк).

Реферат включает следующие аспекты содержания статьи:

- предмет, тему, цель работы;
- метод или методологию проведения работы;
- результаты работы;
- область применения результатов;
- выводы.

Последовательность изложения содержания статьи можно изменить, начав с изложения результатов работы и выводов.

Предмет, тема, цель работы указываются в том случае, если они не ясны из заглавия статьи.

Метод или методологию проведения работы целесообразно описывать в том случае, если они отличаются новизной или представляют интерес с точки зрения данной работы. В рефератах документов, описывающих экспериментальные работы, указывают источники данных и характер их обработки.

Результаты работы описывают предельно точно и информативно. Приводятся основные теоретические и экспериментальные результаты, фактические данные, обнаруженные взаимосвязи и закономерности. При этом отдается предпочтение новым результатам и данным долгосрочного значения, важным открытиям, выводам, которые опровергают существующие теории, а также данным, которые, по мнению автора, имеют практическое значение.

Выводы могут сопровождаться рекомендациями, оценками, предложениями, гипотезами, описанными в статье.

Сведения, содержащиеся в заглавии статьи, не должны повторяться в тексте реферата. Следует избегать лишних вводных фраз (например, «автор статьи рассматривает...»). Исторические справки, если они не составляют основное содержание документа, описание ранее опубликованных работ и общеизвестные положения в реферате не приводятся.

В тексте реферата следует употреблять синтаксические конструкции, свойственные языку научных и технических документов, избегать сложных грамматических конструкций (не применимых в научном английском языке).

В тексте реферата на английском языке следует применять терминологию, характерную для иностранных специальных текстов. Следует избегать употребления терминов, являющихся прямой калькой русскоязычных терминов. Необходимо соблюдать единство терминологии в пределах реферата.

В тексте реферата следует применять значимые слова из текста статьи.

Сокращения и условные обозначения, кроме общеупотребительных (в том числе в англоязычных специальных текстах), применяют в исключительных случаях или дают их определения при первом употреблении.

Единицы физических величин следует приводить в международной системе СИ.

Допускается приводить в круглых скобках рядом с величиной в системе СИ значение величины в системе единиц, использованной в исходном документе.

Таблицы, формулы, чертежи, рисунки, схемы, диаграммы включаются только в случае необходимости, если они раскрывают основное содержание документа и позволяют сократить объем реферата.

Формулы, приводимые неоднократно, могут иметь порядковую нумерацию, причем нумерация формул в реферате может не совпадать с нумерацией формул в оригинале.

В реферате не делаются ссылки на номер публикации в списке литературы к статье.

Объем текста реферата в рамках общего положения определяется содержанием документа (объемом сведений, их научной ценностью и/или практическим значением).

ВЫДЕРЖКА ИЗ РЕКОМЕНДАЦИЙ АВТОРАМ ЖУРНАЛОВ ИЗДАТЕЛЬСТВА EMERALD (<http://www.emeraldinsight.com/authors/guides/write/abstracts.htm>)

Авторское резюме (реферат, abstract) является кратким резюме большей по объему работы, имеющей научный характер, которое публикуется в отрыве от основного текста и, следовательно, само по себе должно быть понятным без ссылки на саму публикацию. Оно должно излагать существенные факты работы, и не должно преувеличивать или содержать материал, который отсутствует в основной части публикации.

Авторское резюме выполняет функцию справочного инструмента (для библиотеки, реферативной службы), позволяющего читателю понять, следует ли ему читать или не читать полный текст.

Авторское резюме включает:

1. Цель работы в сжатой форме. Предыстория (история вопроса) может быть приведена только в том случае, если она связана контекстом с целью.

2. Кратко излагая основные факты работы, необходимо помнить следующие моменты:
 - необходимо следовать хронологии статьи и использовать ее заголовки в качестве руководства;
 - не включать несущественные детали (см. пример «Как не надо писать реферат»);
 - вы пишете для компетентной аудитории, поэтому вы можете использовать техническую (специальную) терминологию вашей дисциплины, четко излагая свое мнение и имея также в виду, что вы пишете для международной аудитории;
 - текст должен быть связным с использованием слов «следовательно», «более того», «например», «в результате» и т.д. («consequently», «moreover», «for example», «the benefits of this study», «as a result» etc.), либо разрозненные излагаемые положения должны логично вытекать один из другого;
 - необходимо использовать активный, а не пассивный залог, т.е. «The study tested», но не «It was tested in this study» (частая ошибка российских аннотаций);
 - стиль письма должен быть компактным (плотным), поэтому предложения, вероятнее всего, будут длиннее, чем обычно.

Примеры, как не надо писать реферат, приведены на сайте издательства (<http://www.emeraldinsight.com/authors/guides/write/abstracts.htm?part=3&>). Как видно из примеров, не всегда большой объем означает хороший реферат.

На сайте издательства также приведены примеры хороших рефератов для различных типов статей (обзоры, научные статьи, концептуальные статьи, практические статьи)

<http://www.emeraldinsight.com/authors/guides/write/abstracts.htm?part=2&PHPSESID=hdac5r7kb73ae013ofk4g8nrv1>.

(В соответствии с рекомендациями О.В. Кирилловой, к.т.н., заведующей отделением ВИНИТИ РАН члена Экспертного совета (CSAB) БД SCOPUS)

ПРИСТАТЕЙНЫЕ СПИСКИ ЛИТЕРАТУРЫ

Списки литературы представляются в двух вариантах:

1. В соответствии с ГОСТ Р 7.0.5 2008 (русскоязычный вариант вместе с зарубежными источниками).
2. Вариант на латинице, повторяя список литературы к русскоязычной части, независимо от того, имеются или нет в нем иностранные источники.

Правильное описание используемых источников в списках литературы является залогом того, что цитируемая публикация будет учтена при оценке научной деятельности ее авторов, следовательно (по цепочке) – организации, региона, страны. По цитированию журнала определяется его научный уровень, авторитетность, эффективность деятельности его редакционного совета и т.д. Из чего следует, что наиболее значимыми составляющими в библиографических ссылках являются фамилии авторов и названия журналов. Причем для того, чтобы все авторы публикации были учтены в системе, необходимо в описание статьи вносить всех авторов, не сокращая их тремя, четырьмя и т.п. Заглавия статей в этом случае дают дополнительную информацию об их содержании и в аналитической системе не используются, поэтому они могут опускаться.

Zagurenko A.G., Korotovskikh V.A., Kolesnikov A.A., Timonov A.V., Kardymon D.V. *Neftyanoe khozyaistvo – Oil Industry*, 2008, no. 11, pp. 54–57.

Такая ссылка позволяет проводить анализ по авторам и названию журнала, что и является ее главной целью.

Ни в одном из зарубежных стандартов на библиографические записи не используются разделительные знаки, применяемые в российском ГОСТе («//» и «—»).

В Интернете существует достаточно много бесплатных программ для создания общепринятых в мировой практике библиографических описаний на латинице.

Ниже приведены несколько ссылок на такие сайты:

<http://www.easybib.com/>

<http://www.bibme.org/>

<http://www.sourceaid.com/>

При составлении списков литературы для зарубежных БД важно понимать, что чем больше будут ссылки на российские источники соответствовать требованиям, предъявляемым к иностранным источникам, тем легче они будут восприниматься системой. И чем лучше в ссылках будут представлены авторы и названия журналов (и других источников), тем точнее будут статистические и аналитические данные о них в системе SCOPUS.

Ниже приведены примеры ссылок на российские публикации в соответствии с вариантами описанными выше.

Статьи из журналов:

Zagurenko A.G., Korotovskikh V.A., Kolesnikov A.A., Timonov A.V., Kardymon D.V. *Neftyanoe khozyaistvo – Oil Industry*, 2008, no. 11, pp. 54–57.

Dyachenko, V.D., Krivokolysko, S.G., Nesterov, V.N., and Litvinov, V.P., *Khim. Geterotsikl. Soedin.*, 1996, no. 9, p. 1243

Статьи из электронных журналов описываются аналогично печатным изданиям с дополнением данных об адресе доступа.

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 vrozozhdeniyu: prichiny i posledstviya razrusheniya SSSR]. Moscow, HSE Publ., 1999. 381 p.

Kanevskaya R.D. *Matematicheskoe modelirovanie gidrodinamicheskikh protsessov razrabotki mestorozhdenii uglevodorodov* (Mathematical modeling of hydrodynamic processes of hydrocarbon deposit development). Izhevsk, 2002. 140 p.

Latyshev, V.N., *Tribologiya rezaniya. Kn. 1: Friksionnye protsessy pri rezanie metallov* (Tribology of Cutting, Vol. 1: Frictional Processes in Metal Cutting), Ivanovo: Ivanovskii Gos. Univ., 2009.

Ссылка на Интернет-ресурс:

APA Style (2011), Available at: <http://www.apastyle.org/apa-style-help.aspx> (accessed 5 February 2011).

Pravila Tsitirovaniya Istochnikov (Rules for the Citing of Sources) Available at: <http://www.scribd.com/doc/1034528/> (accessed 7 February 2011).

Как видно из приведенных примеров, чаще всего, название источника, независимо от того, журнал это, монография, сборник статей или название конференции, выделяется курсивом. Дополнительная информация – перевод на английский язык названия источника приводится в квадратных или круглых скобках шрифтом, используемым для всех остальных составляющих описания.

Из всего выше сказанного можно сформулировать следующее краткое резюме в качестве рекомендаций по составлению ссылок в романском алфавите в англоязычной части статьи и приставной библиографии, предназначенной для зарубежных БД:

1. Отказаться от использования ГОСТ 5.0.7. Библиографическая ссылка;
2. Следовать правилам, позволяющим легко идентифицировать 2 основных элемента описаний – авторов и источник.

3. Не перегружать ссылки транслитерацией заглавий статей, либо давать их совместно с переводом.

4. Придерживаться одной из распространенных систем транслитерации фамилий авторов, заглавий статей (если их включать) и названий источников.

5. При ссылке на статьи из российских журналов, имеющих переводную версию, лучше давать ссылку на переводную версию статьи.

(В соответствии с рекомендациями О.В. Кирилловой, к.т.н., заведующей отделением ВИНТИ РАН члена Экспертного совета (CSAB) БД SCOPUS)

Оплата издательских расходов составляет:

4700 руб. – для авторов при предоставлении статей и сопроводительных документов в редакцию через **сервис Личный портфель**;

5700 руб. – для авторов при предоставлении статей и сопроводительных документов в редакцию по электронной почте **без использования сервиса Личного портфеля**;

6700 руб. – для оплаты издательских расходов организациями при предоставлении статей и сопроводительных документов в редакцию.

Для оформления финансовых документов на юридические лица просим предоставлять ФИО директора или иного лица, уполномоченного подписывать договор, телефон (обязательно), реквизиты организации.

Для членов Российской Академии Естествознания (РАЕ) издательские услуги составляют 3500 рублей (при оплате лично авторами при этом стоимость не зависит от числа соавторов в статье) – при предоставлении статей и сопроводительных документов в редакцию через сервис Личный портфель.

Просим при заполнении личных данных в Личном портфеле членов РАЕ указывать номер диплома РАЕ.

Оплата от организаций для членов РАЕ и их соавторов – **6700 руб.** при предоставлении статей и сопроводительных документов в редакцию.

БАНКОВСКИЕ РЕКВИЗИТЫ:

Получатель: ООО «Организационно-методический отдел Академии Естествознания» или ООО «Оргметодотдел АЕ»*

*** Иное сокращение наименования организации получателя не допускается. При ином сокращении наименования организации денежные средства не будут получены на расчетный счет организации!!!**

ИНН 6453117343

КПП 645301001

р/с 40702810956000004029

Банк получателя: Отделение № 8622 Сбербанк России, г. Саратов

к/с 30101810500000000649

БИК 046311649

Назначение платежа*: Издательские услуги. Без НДС. ФИО автора.

***В случае иной формулировки назначения платежа будет осуществлен возврат денежных средств!**

Копия платежного поручения высылается через «Личный портфель автора», по e-mail: edition@rae.ru или по факсу +7 (8452)-47-76-77.

**Библиотеки, научные и информационные организации,
получающие обязательный бесплатный экземпляр печатных изданий**

№	Наименование получателя	Адрес получателя
1.	Российская книжная палата	121019, г. Москва, Кремлевская наб., 1/9
2.	Российская государственная библиотека	101000, г. Москва, ул.Воздвиженка, 3/5
3.	Российская национальная библиотека	191069, г. Санкт-Петербург, ул. Садовая, 18
4.	Государственная публичная научно-техническая библиотека Сибирского отделения Российской академии наук	630200, г. Новосибирск, ул. Восход, 15
5.	Дальневосточная государственная научная библиотека	680000, г. Хабаровск, ул. Муравьева-Амурского, 1/72
6.	Библиотека Российской академии наук	199034, г. Санкт-Петербург, Биржевая линия, 1
7.	Парламентская библиотека аппарата Государственной Думы и Федерального собрания	103009, г. Москва, ул.Охотный ряд, 1
8.	Администрация Президента Российской Федерации. Библиотека	103132, г. Москва, Старая пл., 8/5
9.	Библиотека Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова	119899, г. Москва, Воробьевы горы
10.	Государственная публичная научно-техническая библиотека России	103919, г. Москва, ул.Кузнецкий мост, 12
11.	Всероссийская государственная библиотека иностранной литературы	109189, г. Москва, ул. Николяямская, 1
12.	Институт научной информации по общественным наукам Российской академии наук	117418, г. Москва, Нахимовский пр-т, 51/21
13.	Библиотека по естественным наукам Российской академии наук	119890, г. Москва, ул.Знаменка 11/11
14.	Государственная публичная историческая библиотека Российской Федерации	101000, г. Москва, Центр, Старосадский пер., 9
15.	Всероссийский институт научной и технической информации Российской академии наук	125315, г. Москва, ул.Усиевича, 20
16.	Государственная общественно-политическая библиотека	129256, г. Москва, ул.Вильгельма Пика, 4, корп. 2
17.	Центральная научная сельскохозяйственная библиотека	107139, г. Москва, Орликов пер., 3, корп. В
18.	Политехнический музей. Центральная политехническая библиотека	101000, г. Москва, Политехнический пр-д, 2, п.10
19.	Московская медицинская академия имени И.М. Сеченова, Центральная научная медицинская библиотека	117418, г. Москва, Нахимовский пр-кт, 49
20.	ВИНИТИ РАН (отдел комплектования)	125190, г. Москва, ул. Усиевича,20, комн. 401.

ЗАКАЗ ЖУРНАЛА «ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ»

Для приобретения журнала необходимо:

1. Оплатить заказ.
2. Заполнить форму заказа журнала.
3. Выслать форму заказа журнала и сканкопию платежного документа в редакцию журнала по e-mail: edition@rae.ru.

Стоимость одного экземпляра журнала (с учетом почтовых расходов):

Для физических лиц – 1150 рублей

Для юридических лиц – 1850 рублей

Для иностранных ученых – 1850 рублей

ФОРМА ЗАКАЗА ЖУРНАЛА

Информация об оплате способ оплаты, номер платежного документа, дата оплаты, сумма	
Сканкопия платежного документа об оплате	
ФИО получателя полностью	
Адрес для высылки заказной корреспонденции индекс обязательно	
ФИО полностью первого автора запрашиваемой работы	
Название публикации	
Название журнала, номер и год	
Место работы	
Должность	
Ученая степень, звание	
Телефон указать код города	
E-mail	

Образец заполнения платежного поручения:

Получатель ИНН 6453117343 КПП 645301001 ООО «Организационно-методический отдел» Академии Естествознания	Сч. №	40702810956000004029
Банк получателя Отделение № 8622 Сбербанк России, г. Саратов	БИК	046311649
	к/с	30101810500000000649

НАЗНАЧЕНИЕ ПЛАТЕЖА: «ИЗДАТЕЛЬСКИЕ УСЛУГИ. БЕЗ НДС. ФИО»

Особое внимание обратите на точность почтового адреса с индексом, по которому вы хотите получать издания. На все вопросы, связанные с подпиской, Вам ответят по телефону: 8 (8452)-47-76-77.

По запросу (факс 8 (8452)-47-76-77, E-mail: stukova@rae.ru) высылается счет для оплаты подписки и счет-фактура.